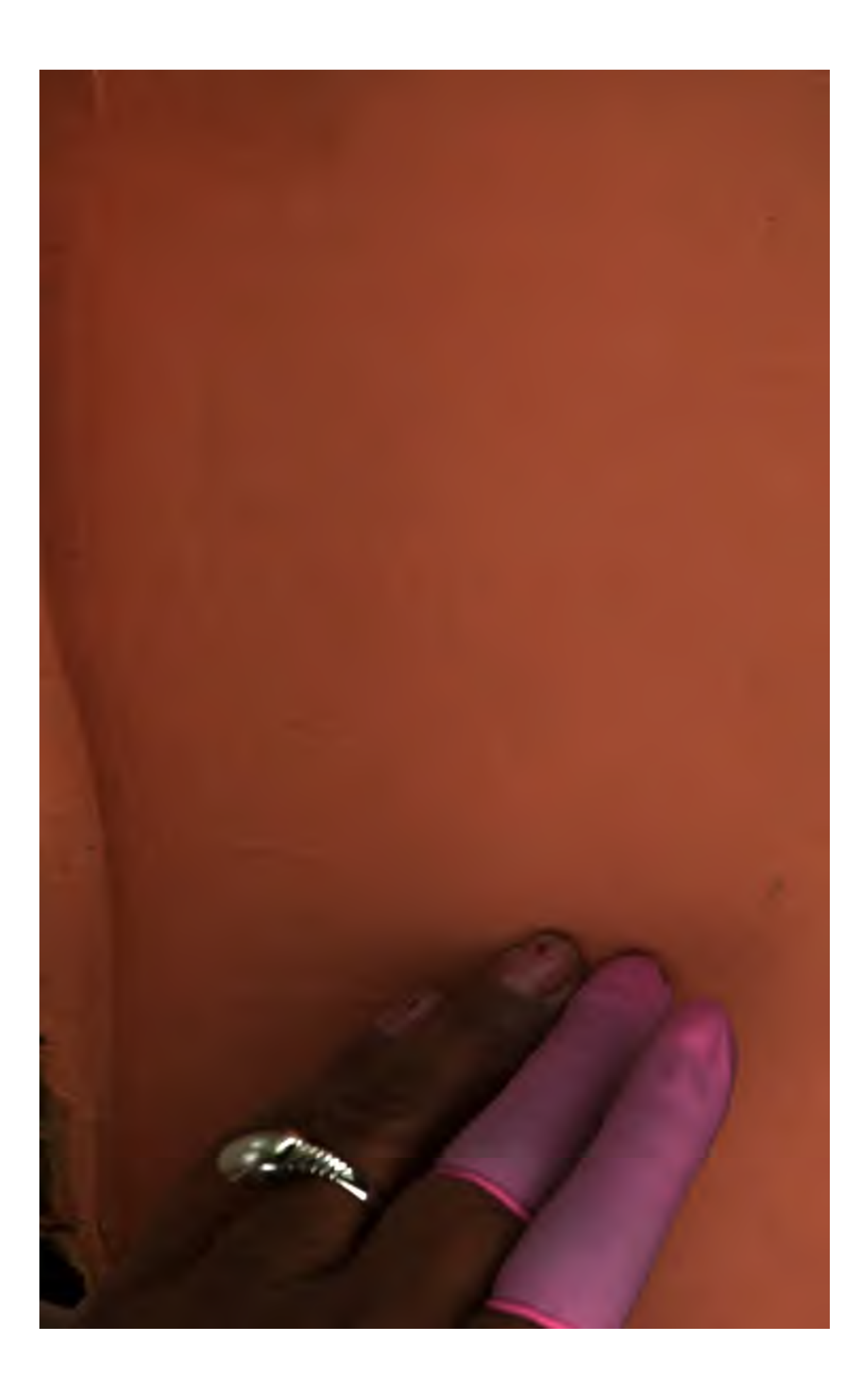



SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE



1875. No. 1.

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 1—8. Tafel I—IV.

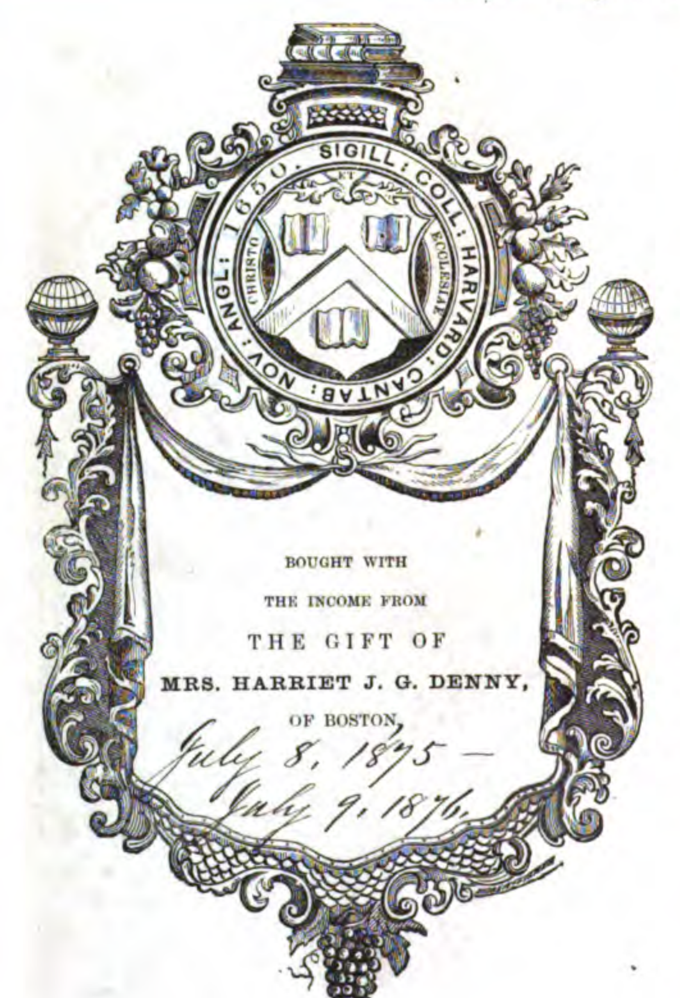
HEFT I.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Mai 1875.


SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIÆ



1875. No. 1.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

D^R. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

D^R. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 1—8. Tafel I—IV.

HEFT I.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Mai 1875.

Inhalt des ersten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Mit neunzehn Kupfertafeln.

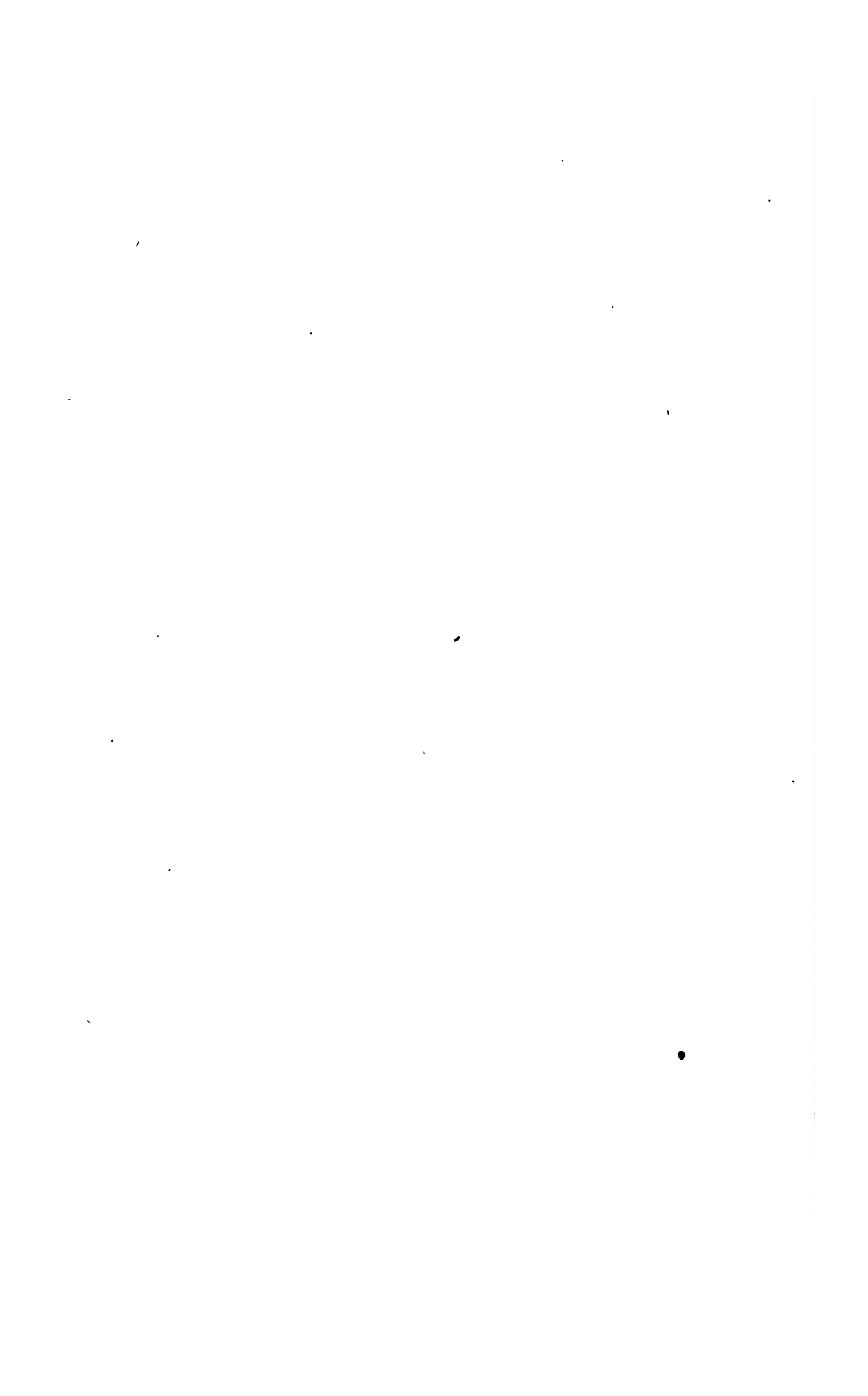


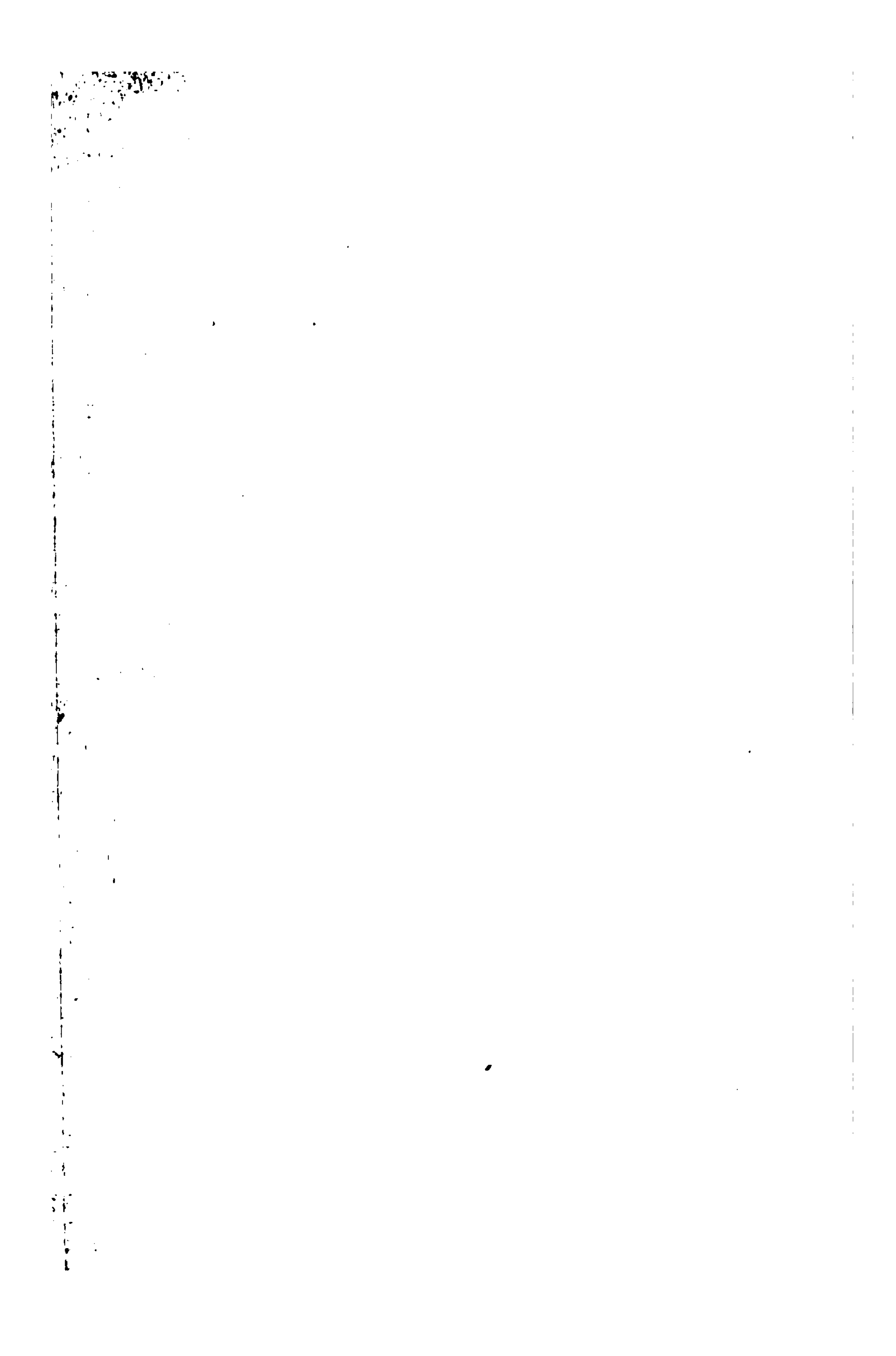
LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Denny Fund,
July 8, 1875–
July 9, 1876.

Inhaltsverzeichniss.





Ueber Pronation und Supination des Vorderarmes.

Von

HERMANN WELCKER

in Halle.

Hierzu Tafel I, Fig. 1—9.

I. Allgemeine Bemerkungen.

Supination und Pronation als Charnierbewegung. — Präparat des Vorderarmskelets mit eingefügter Charnierachse. — Supinationshinderniss nach Radiusfractur. — Die Ulna als bewegter Knochen bei Pro- und Supination. — Verschiedenheiten der Handstellung. —

Das Verständniss dieser interessanten Bewegungsform und der in Betracht kommenden Muskelwirkungen wird, wie mir scheint, gefördert, wenn man neben der gewöhnlichen Auffassung, nach welcher Pro- und Supination als Rotationsbewegung gelten, dieselben einfach als eine Charnierbewegung auffasst — eine Charnierbewegung, bei welcher der Radius sammt den ihn zunächst umgebenden Weichtheilen sich um diejenige Achse dreht, welche in langem, zwei Gelenke durchziehenden Verlaufe von der Mitte des Radiusköpfchens zum Stylfortsatze der Ulna führt.[1])

Als Ausgangsstellung würde in diesem Falle die Parallel-

1) In der That unterscheiden sich „Articulatio trochoides" und „Ginglymus" nur durch den mehr äusserlichen Unterschied, dass bei ersterer die Drehachse und die Längsachse des Gliedes mehr oder weniger zusammenfallen, das Glied sich mithin „um sich selber" dreht,

stellung der Vorderarmknochen erscheinen, und es würden überhaupt folgende drei Hauptstellungen zu unterscheiden sein:

1. Parallelstellung der Vorderarmknochen (meist schlechthin als „Supination", oder als „mässiger Grad" der Supination bezeichnet). Das Lig. interosseum befindet sich in ebenerLage.

2. Dorsalflexion des Radius (gewöhnlich „extreme Supination" genannt). Das Ligament ist auf die Dorsalseite der Ulna umgebogen.

3. Volarflexion des Radius (= Pronation); Lig. interosseum auf die Volarseite der Ulna umgebogen.

Entspricht die für beide Extreme der Bewegung hier angenommene Ausgangsstellung allerdings nicht der physiologischen Ruhestellung (mässiger Grad von Pronation, Kleinfinger des hangenden Armes nach hinten und etwas nach Aussen, Daumen nach vorn), so rechtfertigt sich unsere Auffassung dadurch, dass sie eine sichere Scheidung der zu discutirenden Muskelwirkungen ermöglicht, sowie namentlich dadurch, dass ein besonderer Muskel existirt, dessen Function die Herbeiführung der Parallelstellung ist. Nach der gewöhnlichen Termino logie würde die Bewegung aus der unter 2 aufgeführten Stellung in Nr. 1 (also aus Hypersupination in Parallelstellung) eine Pronationsbewegung genannt werden, die erzielte Stellung aber doch nicht Pronation, sondern, „mässige Supination" heissen. Es liegt Verf. nichts ferner, als neue Bezeichnungen vorzuschlagen, wenn brauchbare vorhanden sind; in gegenwärtiger Abhandlung indess werden wir vielfach kürzer und deutlicher sein können, wenn wir statt: „Pronation, mässige Supination und extreme Supination" uns der Ausdrücke: „Volarflexion, Parallelstellung und Dorsalflexion des Radius bedienen.

Um ein Präparat zu besitzen, welches die Lage der Pro- und Supinationsachse ohne Weiteres demonstrirt (und welches hierdurch auch bei dem Unterrichte gute Dienste leistet) habe ich (vergl. Fig. 1) das obere Ende des Radius von der Mitte des Capitulum aus und das untere Ende der Ulna neben dem Stylfortsatze, beides genau in der Richtung der Drehachse, durchbohrt und mit einem Stahldraht durchzogen, welcher in zweien, an Ulna und Radius befestigten Drahtösen seine Führung findet. Der Radius führt um diese Achse herum seine

---

während beim Ginglymus die Drehachse quer läuft, so dass bei der Bewegung eine Knickung des Gliedes zu Tage tritt. — In mancher Beziehung erinnert unser zweigelenkiges Charnier an die Anheftung des Unterkiefers, wo gleichfalls zwei getrennte, weit auseinanderliegende Gelenke die Träger Einer Bewegungsachse sind.

Bewegungen sehr leicht und sicher aus, und, wie mir scheint, exacter, als bei jeder anderen Art der künstlichen Zusammensetzung. Der Schüler übersieht sofort, dass die Gelenkverbindungen des Antibrachium genau nach dem Princip des in Fig. 2 abgebildeten kleinen Apparates eingerichtet sind, bei welchem drei Brettchen, H, U und R, durch Charniere verbunden sind.

Das Lig. interosseum, während der Parallelstellung eben und straff gespannt, knickt am feuchten Bänderpräparate bei Pro- und Supinationsbewegung des Radius längs einer auffällig geraden (die Pronationsachse bezeichnenden, meist mit der Crista ulnae nahe zusammenfallenden) Linie um und wird nun schlaff und verschieblich. Es ist klar, dass jede Veränderung, welche das geradlinige Umknicken des Lig. interosseum hindert, die Supinationsfähigkeit des Radius alteriren muss. R. Volkmann[1]) hat auf ein im Gefolge von Bruch des Radius (oder auch beider Röhren) vorkommendes „Supinationshinderniss“ aufmerksam gemacht, darauf beruhend, dass bei Verheilung der Knochen in Pronationsstellung der Radius (oder beide Knochen) mit einer gegen die Crista gerichteten Einknickung consolidirten, so dass (indem beide Knochen in Parallelstellung neben einander gedacht, nicht so: | |, sondern so < > neben einander liegen würden) das Lig. interosseum für Zulassung der Supination nun zu kurz ist. Das Wesen dieser und ähnlicher Difformitäten liegt, wie ich hinzufügen möchte, darin, dass die obenerwähnte Umbiegungslinie des Lig. interosseum nun nicht mehr geradlinig verläuft, und der gestörte Bewegungsmechanismus versteht sich sofort, wenn man auch für diese Betrachtung die Supination und Pronation als Charnierbewegung auffasst. Es ist einfach „die Charnierachse verbogen“, und die Supination darum aus demselben Grunde unmöglich, aus welchem die Blätter eines Buches sich nicht glatt aufschlagen, wenn man den Rücken des Buches verbogen hat, oder ein Portemonnaie sich schlecht öffnet, wenn dessen Bügel verbogen ist, oder das in Fig. 1 dargestellte Präparat stockt und klemmt, wenn die den Radius und die Ulna durchziehenden Bohrlöcher nicht genau die Richtung der Charnierachse trafen.

1) Neue Beiträge z. Path. u. Therapie der Bewegungsorgane, S. 61

Es erhellt, dass ganz ähnlich, wie Verkrümmung, auch Verdrehung des untern Endes eines Knochens gegen das obere (zumal bei der Ulna) wirken muss. —

In der Regel ist bei Bewegung in den Rotationsgelenken des Vorderarmes der Radius der bewegte Knochen; doch kann, wie Langer erinnert, ausnahmsweise auch die Ulna der rotirte Knochen sein. „Es gehört viel Uebung dazu", sagt Langer[1]), „die Hand unbeweglich zu halten und die Ulna mit dem Humerus im Schulter- und Radio-ulnargelenke zu rotiren." Langer sagt uns nicht, wie und durch welche Muskeln dieses anatomisch nicht uninteressante Manoeuver ausgeführt wird. Offenbar müsste, während das Oberarmbein nebst Ulna von der Scapula aus rotirt würde, der Radius, gleichfalls von der Scapula aus, festgestellt werden, und es würde für diese Feststellung, soweit ich sehe, nur der M. biceps übrig bleiben, während die Rollung der Ulna durch die Armroller des Schulterblattes (M. supra- und infraspinatus) geschehen müsste. Ob die fragliche Bewegung in dieser Weise ausführbar, insbesondere die dem Biceps zugemuthete Feststellung des Radius möglich ist, weiss ich allerdings nicht.

Ich möchte hier eine andere Form der supinirenden und pronirenden Muskelthätigkeit hervorheben, die anatomisch interessant und die leicht zu beobachten ist. Stemmt man den Arm gegen einen senkrecht feststehenden Körper, z. B. gegen eine Thürkante, dieselbe bei nach oben gehaltenem Daumen fassend (Parallelstellung der Vorderarmknochen), so kann man, während das Vorderende des Radius ruhig liegen bleibt, Pronation und Dorsalflexion dadurch ausführen, dass man das Cubitalende der Ulna um das Radiusköpfchen schlagen lässt. (Die Bewegung manifestirt sich äusserlich als ein Abwärts- und Aufwärtsschlagen des Ellenbogens bei feststehender Handwurzel; sie ist an unserem Präparate (Fig. 1) leicht nachzuahmen, indem man den Radius festhält und die Ulna um die Pronationsachse hin- und herbewegt.) Entsprechend

---

1) Lehrbuch der Anatomie, S. 121.

dieser Umkehrung in den bewegten Theilen findet sich ein Zeichenwechsel auch in den bewegenden: M. pronator teres und quadratus, sowie supinator brevis benutzen ihr radiales Ende als Punctum fixum, und es wird hierdurch abwechselnd bald der Condylus internus humeri, bald der Cond. externus nach einwärts gerollt. Alle übrigen, überhaupt an S. und P. theilnehmenden Muskeln wirken mit, zumal der Biceps brachii; die Humerusdreher des Schulterblattes sind, wie man sich leicht überzeugen kann, bei dieser Thätigkeit nicht betheiligt.

Rein passiv und ohne jede Mitwirkung der Mm. pronatores et supinatores lässt sich das Extrem der P. und S. ausführen, indem man die Ellenbogenenden der vom Carpus aus fixirten Vorderarmknochen, soweit die Gelenke es hergeben, abwechselnd nach der einen und anderen Richtung hin, um einander windet, wobei die Ulna der vorzugsweise bewegte Knochen ist. Es geschieht dies z. B., wenn man, hinter einem Stuhle stehend, dessen Lehne mit pronirtem rechtem Arme fasst, und nun, soweit möglich, sich linksum dreht (extreme Supination), sodann rechtsum (extreme Pronation).

Nicht bei jeder Anwendung der Pro- und Supinationsbewegung machen wir von jenem „Schlagen“ des Radius, wie Fig. 1 dies andeutet, Gebrauch, sondern indem die Hand während der Pro- und Supinationsbewegungen in Adduction gestellt wird, so dass die Spitze des Daumens in die Verlängerung der Ulna, d. i. in die Pronationsachse, zu liegen kommt, wird ein erfasstes Instrument, z. B. ein Bohrer, eine Reibahle u. dergl., genau in einer und derselben (in die Pronationsachse fallenden) Stelle hin- und hergedreht. Ganz anders, wenn die Hand während der Radiusdrehungen gradaus gehalten oder abducirt wird, in welchem Falle der Daumen, und mit ihm ein erfasstes Instrument, bei feststehender Ulna bald weit lateralwärts, bald medianwärts bewegt werden kann.

II. M. supinator longus.

Function des Supinator longus. — Nachweis derselben am Skelet; — an der Leiche; — am Lebenden. — Terminologie.

Von dem genannten Muskel sagt Henle, dass derselbe „reiner Beuger des Vorderarmes“, und dass es „leicht

sich zu überzeugen und nunmehr allgemein anerkannt sei, dass derselbe den Vorderarm auch aus der äussersten Pronation nicht zu supiniren vermöge"[1]).

Diese Uebereinstimmung der Ansichten liegt nun in der That nicht vor; noch allerneueste Lehrbücher (ich nenne nur Langer 1865, Luschka 1865, Quain-Hoffmann 1870, Hyrtl 1873) bezeichnen den Muskel — mit mehr oder weniger Einschränkung (und nach der bestehenden Terminologie offenbar mit Recht) — als Supinator. Noch weniger wird man der Ansicht beistimmen können, dass der Supinator longus „reiner Beuger" sei. Nach meinen Beobachtungen ist der Supinator longus, neben seiner unverkennbaren Beugewirkung, Drehmuskel des Radius, dieses aber, je nach der Stellung, in welcher der sich contrahirende Muskel den Radius vorfindet, sowohl in pronirendem als in supinirendem Sinne[2]).

Diese Auffassung ist nun keineswegs neu, und wenn Sömmerring die Wirkung unseres Muskels dahin definirt:

> „Beugt das Ellenbogengelenk; — dreht die Speiche um den Ellenbogen und bringt dadurch den Vorderarm sowohl aus der Pronation in die Supination, als vorzüglich aus der Supination in die Pronation (Muskellehre S. 228).

— so gehen nur die Schlussworte etwas zu weit; denn in die „Pronation" führt der Muskel den Radius allerdings nicht, wenn er denselben auch aus der extremen Supination bis zur Parallelstellung der Knochen nach vorwärts (also in pronirender Richtung) rollt. Vielleicht ist das Paradoxe der Sömmerring'schen Angabe, dass ein und derselbe Muskel Supination und Pronation bewirken solle, die Veranlassung gewesen, dass

---

1) Muskellehre, 201; 2. Auflage (1871) S. 216.

2) Seitdem dieses geschrieben wurde, ist (im Jahre 1871) Aeby's Lehrbuch der Anatomie erschienen, in welchem (S. 413) die Wirkung des Muskels in unserem Sinne angegeben (wenn auch nicht nachgewiesen) wird. Da hiermit immerhin nur Behauptung gegen Behauptung stehen würde, so schien es mir nicht überflüssig, meine Versuche mitzutheilen, mittelst welcher ich am Skelete, an der Leiche und am Lebenden die Wirkung des Muskels festgestellt und völlig übereinstimmende Ergebnisse erzielt habe.

diese Auffassung wenig Eingang gefunden hat. Sie findet sich allerdings bei E. H. Weber wieder und, wie es scheint, auch bei Lauth[1]). In die neueren Lehrbücher (auch in die ausführlicheren von Henle und Luschka) hat dieselbe keine Aufnahme gefunden, ja sie scheint vergessen zu sein, und die sich fortspinnende Controverse schwankt nur zwischen den Fragen: Ist der Muskel Supinator, oder ist er es nicht.

Die Function des M. supinator longus kann am Lebenden, wie an der Leiche nachgewiesen werden; am übersichtlichsten und saubersten durch folgenden Versuch:

1. Nachweis am Skelet. An einem frischen Bänderpräparate des Armes (erhalten sind Ligg. lateralia cubiti und annulare radii, teres antibrachii, lig. interosseum, subcruentum, cartilago triangularis) wird die Ulna durch Einführung eines Metallstiftes in gelinder Beugung des Ellenbogengelenkes fixirt (vgl. Fig. 3) und an beiden Insertionsstellen des M. supinator longus je eine kleine Drahtöse (a und b) befestigt. Durch diese Oese zog ich einen langen, den Supinator longus vertretenden

1) Die Stelle bei E. H. Weber, in welcher das Mangelhafte der gebräuchlichen Terminologie, die statt dreier Stellungen des Radius nur zweie kennt, sich geltend macht, lautet (Hildebrandt-Weber's Anat. II. 454): „Seine Wirkung ist, wenn sich der Radius weder in der Pronation, noch in der Supination befindet und die Extensores des Unterarmes nicht widerstehen, ihn so gegen den Oberarm zu ziehen, dass der ganze Unterarm gebogen wird. Ist aber der Radius in der Pronation, so bewirkt er mit Hilfe des Supinator brevis die Supination, so wie er hingegen, wenn der Radius in der Supination ist, den pronatoribus die Pronation bewirken hilft. Doch wirkt er zu beiden Bewegungen nur so weit, dass er den Radius in die Lage bringt, welche zwischen S. und P. das Mittel hält; und wenn er weiter wirkt, so wirkt er nur auf die Beugung des Unterarmes."

Die Stelle bei Lauth, nach deren Wortlaut der Muskel (von seiner Beugewirkung abgesehen) lediglich als Vorwärtsdreher erscheinen würde, ist folgende (Handb. d. Anat. I. 213): — „beugt den Vorderarm —. Wenn der Vorderarm rückwärts gedreht ist, so dreht er ihn vorwärts; wenn im Gegentheil das Glied in Rückwärtsdrehung begriffen ist, so kann der Muskel, mit Beihilfe der andern Vorwärtsdreher, ein wenig zur Vorwärtsdrehung beitragen." (Die Stelle schliesst offenbar einen Druck-, resp. Uebersetzungsfehler ein.)

Messingdraht, in dessen Mitte ich eine gut federnde Drahtrolle von einigen Centimetern Länge (c d) eingeschaltet (resp. an beide Enden des in der Mitte durchschnittenen Drahtes festgelöthet) hatte. Die aus den Oesen vorragenden Drahtenden wurden derart umgebogen, dass bei Parallelstellung der Vorderarmknochen der Draht gespannt war, die Drahtrolle aber geschlossen blieb.

Die genaue Länge der Drahtrolle bei Parallelstellung der Knochen war in einem Falle 46·3 Millimeter. Wir drehen nun den Radius in Dorsalflexion: die Windungen der Rolle öffnen sich, ihre Länge ist auf 50·0 Mm. gewachsen, während sie bei Rückwärtsdrehung des Radius in Parallelstellung auf ihr ursprüngliches Maass zurückgeht.

Wir drehen in Volarflexion: die Drahtrolle dehnt sich abermals, jetzt auf 49·3 Millim.

Die beiden Insertionsstellen des M. supinator longus liegen hiernach bei Parallelstellung der Knochen einander um mindestens 3 Millimeter näher, als bei jeder der beiden Arten von Wegdrehung des Radius und sie können (sofern Beugung des Vorderarms im Ellenbogengelenke ausgeschlossen bleibt) in keine grössere Annäherung zu einander gebracht werden. Der Muskel wirkt hiernach ganz ähnlich wie ein elastischer Zug, welcher, parallel der Achse einer drehbaren, auf Zapfen laufenden Säule, einerseits an dieser letzteren, andrerseits an dem Boden, auf welchem das untere Ende der Säule sich dreht, befestigt ist. Dreht man die Säule um ihre Achse, so wird der Kautschukstrang sie spiralig umwinden; sich selbst überlassen wird die Säule durch den Kautschuk in ihre ursprüngliche Lage zurückgeführt werden — beides aber in gleicher Weise, mochte die Säule nun nach rechts oder nach links gedreht worden sein. Der M. supinator longus hat hiernach eine regulirende Wirkung auf den Radius, er bringt ihn in Parallelstellung zur Ulna, mag nun der sich contrahirende Muskel den Radius in Dorsal- oder in Volarflexion vorfinden. Betreffs der Terminologie ist hinzuzufügen, dass der Supinator longus, wiewohl derselbe niemals „Pronation“ und eben so wenig vollendete „Supination“

erzeugen kann, den Radius allerdings abwechselnd in pronirender wie in supinirender Richtung umdreht.

Der Einfluss, mit welchem der Muskel sich an der Radiusdrehung betheiligt, ist obigen Messungen zufolge kein sehr umfänglicher, aber er ist ein ganz bestimmter und eigenthümlicher, und der Muskel selbst gewinnt unter dieser Auffassung ein grösseres physiologisches Interesse, als jeder andere der an der Pro- und Supination betheiligten Muskeln. Der M. supinator longus ist, so zu sagen, „sein eigener Antagonist“, und es steht derselbe durch seine Wirkungsweise unter allen Muskeln des menschlichen Skeletes einzig da[1]).

Die Wirkung des Supinator longus dürfte sich meinen Messungen zufolge etwa in folgendem Verhältnisse auf seine einzelnen Leistungen vertheilen. Nehmen wir an, die Länge des gedehnten Muskelbauches im Zustande der extremen Supination betrage 200 Mm., so beträgt seine Länge, sobald durch seine und der Pronatoren Wirkung Parallelstellung eingetreten ist, 195 Mm.; der Muskel hat sich mithin um 2·5% verkürzt. Um etwas weniger verkürzt sich derselbe, wenn er den Radius aus der Pronation zurückführt. Man wird hiernach sagen können, dass der Muskel sich behufs der Radiusdrehungen um 2% seiner Länge verkürzt, und dass die gesammte übrige Verkürzung desselben, die 25% seiner Länge und mehr betragen mag, weder der Pronation, noch der Supination, sondern einzig der Beugung des Vorderarmes zu Gute kommt.

2. Nachweis an der Leiche. Um die am Bänderpräparate nachgewiesene Wirkung des M. supinator longus nun auch an dem möglichst unverletzten Gliede zu zeigen, wurde an dem Arme einer frischen männlichen Leiche, unter Anwendung eines einzigen, nur 1 Zoll langen (zwischen M. brachialis internus und Ursprung des M. extensor carpi radialis longus fallenden) Hautschnittes, um die Ursprungspartie des Supinator eine Schnur festgebunden, der Arm in Dorsalflexion des Radius mit seiner Rückseite auf den Tisch gelegt und der Oberarm

1) Wenn u. a. der Cucullaris mit seinen obern Fasern die Scapula hebt, mit den untern sie niederzieht, so sind es verschiedene Abtheilungen desselben Muskels, die hier antagonistisch wirken.

bei gelinder Beugung des Ellenbogengelenkes fest aufgestemmt. Bei Zug an der Ligatur erhebt sich der dorsalflectirte Radius deutlich bis zur Parallelstellung der Vorderarmknochen und sinkt bei Nachlass des Zuges in Dorsalflexion zurück. Ebenso erhebt der vorher in Pronation gedrehte Vorderarm bei Zug an der Ligatur den Radius bis zur Parallelstellung. Es fiel hierbei auf, dass der durch die Ligatur angezogene Muskel die letztere („supinirende") Wirkung weit weniger energisch ausführte, als die aus der Hypersupination parallelstellende[1]). Ich habe diesen Versuch mit gleichem Erfolge mehrmals im Präparirsaale wiederholt und auch von Schülern ausführen lassen.

3. Nachweis am Lebenden. Es liegt eine Angabe von Ziemssen über elektrische Reizung des M. supinator longus vor, welche sich mit diesen Ergebnissen zwar nicht deckt, doch sehr wohl verträgt. „Man erhält eine ziemlich kräftige Wirkung," sagt Ziemssen[2]), „wenn man über den eintretenden Nervenzweigen die Elektrode aufsetzt — und zwar Beugung des Vorderarmes in einer Stellung, welche die Mitte hält zwischen Pronation und Supination" (womit wohl unsere Parallelstellung gemeint sein mag).

Ziemssen (welcher offenbar nur die Alternative im Auge hatte: supinirt der Muskel oder supinirt er nicht?) fügt hinzu: „Eine Supination findet durch den Supinator longus nur dann Statt, wenn der Vorderarm stark pronirt stand".

Es ist nicht wahrscheinlich, dass Ziemssen den Muskel auch bei extremer Supination gereizt hat, und mein College Goltz hatte die Gefälligkeit, diesen Versuch in seinem Laboratorium mit mir anzustellen (1870). Die eine Elektrode eines starken Inductionsapparates wurde auf die Schulter des mit dem Ellenbogen auf den Tisch hingestreckten, in Dorsalflexion des Radius befindlichen Armes aufgesetzt, die zweite auf den Supi-

1) Es stimmt dies ganz mit dem Ergebniss des vorigen Versuches, in welchem die Drahtrolle bei Ausführung der Volarflexion eine etwas geringere Dehnung erfuhr, als bei Ausführung der Dorsalflexion

2) Die Elektricität in der Medizin, Berlin 1857, S. 60. Wesentlich ebenso in der 4. Auflage, 1872, S. 284.

nator longus, da, wo er dem Bauche des Brachialis internus anliegt. Das Ergebniss war ein sehr unzweideutiges. Ganz ähnlich, wie bei dem Versuche an der Leiche, nur sehr viel energischer, schnickte bei jeder Berührung des Supinator der Daumenrand des mit der Volarseite nach oben liegenden Armes nach aufwärts, genau bis zur Parallelstellung der beiden Knochen. Dass die Reizung wirklich den Supinator longus, und zwar in sauberer Isolirung, traf, würde sehr deutlich bei einem mageren Individuum, bei welchem der Muskel sich während der Reizung in ganz auffallender Weise unter der Haut emporhob und von der übrigen Muskulatur sich fast abzulösen schien, so dass man den gesammten Umriss des Muskelbauches übersah. Bei dem an mir selbst angestellten Versuche war ich, so lange die Elektrode aufgesetzt blieb, nicht im Stande, den Radius aus der Parallelstellung, weder nach der einen, noch der anderen Richtung heraus zu bewegen.

So energisch und übereinstimmend bei unseren Versuchen die Umdrehung des Radius in pronirender Richtung war, so muss ich doch erwähnen, dass die entgegengesetzte Bewegung weniger deutlich wurde. Dieselbe war allerdings auch an der Leiche weniger prägnant, und auch an dem mit der Drahtrolle versehenen Bänderpräparate erschien die pronirende Excursion etwas grösser, als die supinirende. Es stimmt dieses auf drei verschiedenen Wegen erzielte Ergebniss sehr gut mit der Angabe Sömmerring's, welcher die pronirende Wirkung des Muskels stärker betonte, als die supinirende.

Ein sehr markirtes Ergebniss konnte ich neuerdings bei einem Kranken, in der Visite unseres Collegen Dr. Seeligmüller, beobachten. Der Fall ist folgender:

Bei einem 23jährigen Individuum, F. L., bei welchem in Folge eines im 4. Lebensmonate eingetretenen Lähmungsanfalles beider Extremitäten der rechten Seite, sowie der rechten Halsmuskulatur, eine erhebliche Lähmung und Atrophie des rechten Armes besteht, ist „von sämmtlichen Muskeln des Vorderarmes für den Augenschein und die Palpation nur der M. supinator longus, sowie weniger deutlich der radialis longus, vorhanden.“ Von einer genauen faradischen Prüfung, welche Dr. S. auf meine Veranlassung und

in meiner Gegenwart vornahm, hatte derselbe die Gefälligkeit, mir nachfolgende Aufzeichnungen zu machen:

„Der Supinator longus bringt, faradisch gereizt, abgesehen von seiner Beugewirkung, die Vorderarmknochen in Parallelstellung, mögen dieselben zuvor in Hypersupination, in Supination oder in Pronation gestanden haben."

„Sehr prompt tritt die rein supinirende Wirkung des Supinator brevis hervor. Der Pronator teres bringt, dicht unter dem Cond. internus gereizt, den Arm aus der Supinationsstellung in die Pronation. Der Pronator quadratus lässt sich auch faradisch nicht mehr nachweisen."

„Von den übrigen Muskeln des Vorderarmes lässt sich der Extensor carpi radialis longus als völlig intact, der Brevis als theilweise vorhanden nachweisen. Spuren noch vorhandener Muskelbündel zeigen die beiden Flexores dig. communes, sowie der Extensor pollicis longus; sämmtliche übrigen Muskeln des Vorderarmes, sowie alle Muskeln der Hand, lassen auch bei dem stärksten faradischen Strome keine Contraction erkennen."

„Alle diese Prüfungen wurden so gemacht, dass der positive Pol auf der rechten Schulter fixirt gehalten wurde, während mit der negativen feinen Elektrode die einzelnen Muskeln in Berührung gebracht wurden."

Die Auffassung unseres Muskels als „Supinator" rührt von Vesal her: „musculus, qui in inferiorem radii appendicem insertus, radium in supinum ducit" (Scholae, Tab. musculorum II. pag. 175). Den Albin'schen Namen „Supinator longus" hat bereits Sömmerring, an Albin's Bemerkung: — „manum saepe ne convertere quidem in supinum posse visus" — erinnernd, mit der Bezeichnung: „M. brachioradialis" vertauscht. Aber auch diesen Namen hat man nicht hinlänglich bezeichnend gefunden und — gewiss am wenigsten eine Verbesserung — „Musculus maxime flexorius antibrachii" vorgeschlagen[1]). Damit es an Bezeichnungen nicht fehle, so erwähnt Hyrtl, dass der Muskel, indem die Auswärtsdrehung des Vorderarmes den Handteller nach oben richte, „den nicht unpassenden Namen: Musculus pauperum seu mendicantium" geführt habe. — Wollte man ändern, so dürfte unseren Ausführungen gemäss „M. regulator radii", „Parallelsteller des Radius", eine kurze und unzweideutige Bezeichnung sein. Am besten indess wird man auch hier die weniger bezeichnende, aber einmal eingebürgerte Benennung

1) Quain-Hoffmann, Anatomie, I. 237.

beibehalten, zumal wenn sie so wohlklingend ist, wie „Supinator longus."

III. M. pronator quadratus.

Nachweis seiner pronirenden Wirkung. — Geometrische Aufnahme des M. pronator quadratus; — Hebelarme, an denen er wirkt. — Veränderliche Lage des unteren Endes der Pronationsachse. —

Nachfolgende Revision wurde zunächst durch den Umstand veranlasst, dass ein namhafter Anatom die pronirende Wirkung des Pronator quadratus in Frage stellt. „Man muss gestehen", sagt Hyrtl, „dass die Wirkungsweise des Muskels, welche durch seinen Namen ausgedrückt wird, nichts weniger als einleuchtend erscheint. Der Muskel krümmt sich nicht um das untere Ende des Radius herum, wie er es als Pronator thun müsste, sondern um jenes der Ulna, welche nicht drehbar ist" (Lehrb. d. Anat. IX. Aufl. 1866, S. 456)[1].

Bei der grossen Verbreitung und Autorität des Hyrtl'schen Lehrbuchs schien mir eine nähere Musterung des Gegenstandes, die auch anderweite Ausbeute gab, wohl geboten.

Das untere, von der Charnierachse (Pronationsachse) durchzogene Ende der Ulna kann als ein Cylinder aufgefasst werden, um welchen der Radius mit seiner incisura sigmoidea schleift und innerhalb seiner Grenzen drehbar ist, wie ein Rad um seine Achse.[2]) Ein die beiden Knochen verbindender, die

---

1) Dieser Einwurf wird um so nachdrücklicher, als derselbe Forscher (topogr. Anat. V. Aufl. 1865, S. 391) sich früher dahin ausgedrückt hatte, dass der „mit vollkommen quer gerichteten Fasern von der Ulna zum Radius" gehende Muskel „deshalb für die Wirkung, welche sein Name nennt, ganz günstig angebracht" sei, und weiterhin dadurch, dass in der X. Aufl des Lehrb. d. Anatomie (1867, S. 459) in der Fassung der die Pronation des Muskels anzweifelnden Stelle kleine Aenderungen vorgenommen wurden, der Einwurf selbst aber beibehalten, ja verschärft ist. Eine abermalige Umarbeitung desselben Einwurfs findet sich in der XII. Auflage (1873) S. 458.

2) Dass diese Achse in dem gegebenen Falle, wie sich unten zeigen wird, keine feste Lage hat, darf hier ausser Acht bleiben.

Charnierachse kreuzender Muskel wird eine Drehung — wäre auch die Ulna beweglich, beider Knochen; da die Ulna für gewöhnlich festgestellt ist, eine Drehung des Radius bewirken, deren Richtung von der Lage des Muskels zur Charnierachse abhängt. In dem gegebenen Falle liegt der die Charnierachse kreuzende Muskel auf der Beugeseite des Gelenkes: er beugt mithin, oder (wie es hier bezeichnet wird) er pronirt. Kreuzte der Muskel die Achse, auf der Dorsalseite liegend, so würde er ein Supinator sein.

Es erhellt, dass für die Richtung (wenn auch nicht für Umfang und Kraft) der erzielten Bewegung das Nähere der Insertion des Muskels (ob derselbe mehr den einen oder den anderen Knochen umwindet), sofern der Muskel überhaupt nur auf der entsprechenden Seite des Gelenkes liegt, wesentlich gleichgültig ist. Der Einwurf Hyrtl's, dass der Muskel, um Pronator zu sein, nicht um die ruhende Ulna, sondern um den in Bewegung zu setzenden Radius gewunden sein müsse, ist hiernach unbegründet, ja man wird zugeben, dass wenn dieser Muskel den Radius noch viel weniger umfasste, ja wenn er denselben nur eben ergriffe und lediglich um die Ulna gewunden wäre (wie dies in Fig. 4 unter Verschiebung der Insertion des Muskels von den Punkten a b nach c d angenommen wird), er dennoch Pronator sein würde. Der einzige Unterschied würde der sein, dass der Muskel, statt am Krafthebel nun am Geschwindigkeitshebel wirkte.

Da der Pronator quadratus die Charnierachse nahezu rechtwinklig kreuzt, seine Insertionstelle — am äussersten lateralen Rande des Radius — eine derartige ist, dass er an möglichst langem Hebelarm wirkt, und da ferner die von ihm umwundenen Knochenflächen derart gebogen sind, dass der Muskel vorgewölbte, den Insertionswinkel vergrössernde Unterlagen („Rollen") gewinnt, so ist derselbe nicht nur überhaupt Pronator, sondern er ist, wie ich ferner im Gegensatze zu Hyrtl hervorheben möchte, der weitaus kräftigste Muskel dieser Gruppe. Bei allen kräftigen Pronationsbewegungen, zumal wenn es sich nicht um schnelle, schnickende Bewegung (die vorzugsweise dem Pronator teres zufällt), sondern um anhal-

tende, kräftige Wirkung handelt (z. B. bei Zurückwindung einer sehr festsitzenden Schraube, Umdrehung eines schwergehenden Schlüssels), thut der M. pronator quadratus die Hauptsache.[1])

Verbindet man an dem oben erwähnten Präparate des Vorderarmskelets (Fig. 1) Ursprungs- und Ansatzstelle unseres Muskels durch eine federnde, den M. pronator quadratus vertretende Drahtrolle, so tritt die Wirkung des Muskels ohne Weiteres zu Tage. Führt man an diesem Modelle den Radius in Parallelstellung, so wird derselbe, sobald man ihn freilässt, durch die Feder sehr rasch in Pronation gerollt; bringt man denselben in Dorsalflexion, so tritt das von Hyrtl perhorrescirte Verhältniss ein: dass eine Ende der sich auf ihr Maximum dehnenden Drahtrolle windet sich ein gutes Stück um die Ulna; bei Freilassung des Radius ist es sodann die erste (und in Folge der Unterlage, welche der aufgewickelte Muskel gewonnen hat, überaus kräftige) Wirkung des Muskels, den Radius in Parallelstellung zurückzuziehen (worin der Muskel mithin als Socius des Supinator longus wirkt), worauf dann sofort der Uebergang in Pronation erfolgt, so dass unser Modell eine Bewegung des Radius um 180° — die Leistung des M. pronator quadratus — selbstthätig ausführt.

Bedürfte es noch eines Weiteren, so würde Hyrtl auf die Erscheinungen am Muskelpräparate zu verweisen sein.

---

1) Wir haben oben (S. 4) einen Fall kennen gelernt, in welchem der Pronator quadratus, indem das Unterende des Radius unbeweglich festgestellt wurde, seine pronirende Wirkung von dem nun am Radius liegenden Punctum fixum aus entfaltet, und, von der Ulna sich abwickelnd, diese dreht. Es scheint, dass bei zahlreichen Verrichtungen, wenn z. B. an einem mit der Hand kräftig gefassten Gegenstande unter abwechselnden Drehversuchen nach der Supinations- und Pronationsrichtung hin- und hergebogen wird, das Punctum fixum des Pronator quadratus abwechselnd an den Radius und an die Ulna verlegt werde, und es mag damit zusammenhängen, dass der Muskel meist in zwei Hälften getheilt ist, deren obere fleischig an der Ulna, sehnig am Radius, und deren untere (dem Corpus nähere) fleischig am Radius, sehnig an der Ulna festzusitzen pflegt.

Führt man an solchem die Rotationsbewegungen des Radius aus, so wulstet sich der Pronator quadratus bei dem Uebergange in Pronation (dies beim frischen Präparate), oder er knickt ein (bei Spirituspräparaten). Der Radialansatz des Muskels wird hierbei dem Ulnaransatze um 10 und mehr Millimeter genähert; der gegenseitige Abstand der beiden Aussenränder des Muskels, bei Parallelstellung beider Knochen in einem Falle gegen 40 Millimeter, betrug in der Pronation nur etwa 30. Ganz ähnliche Gestaltveränderungen des Muskels und entsprechende Verschiebungen der von ihm besetzten Skeletpunkte erfolgen aber selbstverständlich bei der Pronationsbewegung des lebenden Armes, und Niemand wird bezweifeln, dass sie active sind.

Erwähnt sei noch, dass der Pronator quadratus nicht eigentlich (wie gewöhnlich angegeben) quer, sondern schräg über den Vorderarm läuft; aber gerade vermöge dieses Schräglaufens (in der Richtung der in Fig. 1 eingezeichneten Drahtrolle) gewinnt die Resultante des Muskels die die Pronationsachse rechtwinklig kreuzende Richtung.

Da wir keine Abbildung besitzen, welche den M. pronator quadratus in den verschiedenen Stadien seiner Thätigkeit und in seiner Lage zu den Hebelarmen zeigt, an welchem er arbeitet, so habe ich die Fig. 5 bis 7 beigefügt. Von diesen Abbildungen — geometrischen Aufnahmen des Unterendes eines genau in senkrechte Stellung der Pronationsachse orientirten rechten Vorderarmes — zeigt Fig. 5 die durch Lig. subcruentum und cartilago triangularis verbundenen Gelenkflächen der Vorderarmknochen; sie zeigt den Radius, (r', r'', r''') die ganze Bahn seiner Bewegungen um die Ulna (u) durchlaufend, in seinen drei Hauptstellungen (extreme Supination, Parallelstellung, Pronation). In diese Zeichnung ist der (in Fig. 6 vollständiger dargestellte) Querschnitt der in der Mitte des M. pronator quadratus durchschnittenen Vorderarmknochen eingetragen, so dass zu jeder Stellung der Gelenkflächen die Lage der zugehörigen, mit dem Muskel besetzten Knochendurchschnitte gegeben ist, die Gestalt und Wirkungsweise des Muskels in den drei Hauptstadien seiner Thä-

tigkeit durch diese beiden Figuren mithin übersichtlich zu Tage tritt.[1])

---

1) Da die Zuverlässigkeit solcher Abbildungen, bei welchen einander verdeckende, in natura nicht gleichzeitig erblickbare Ebenen in einander projicirt werden, zunächst von der Methode ihrer Gewinnung abhängt, so habe ich Folgendes beizufügen.

Ein Vorderarm, an welchem die Hand abgetragen und der M. pronator quadratus präparirt war, wurde durch einen in das Olecranon eingetriebenen Stift auf einem Brette befestigt; nachdem das Präparat so regulirt war, dass die Pronationsachse genau senkrecht stand, wurde diese Stellung durch einige Bohrer, die durch das Oberarmbein in die Holzplatte eingeführt wurden, weiterhin gesichert. Die beiden Insertionsränder des Pronator quadratus waren am mittleren Theile des Muskels durch zwei in Ulna und Radius fest eingetriebene, mit ihren Köpfchen genau um 4 Centimeter vorragende Nadeln (N u und N r der Fig. 5) markirt worden. Mit Hilfe des Fadenkreuzdiopters, wie solchen Lucae („Zur Morphologie der Racenschädel", I. S. 15) beschrieben und abgebildet hat, wurde nun auf einer horizontalgestellten Glastafel, unterhalb welcher das Präparat senkrecht aufgestellt war, die geometrische Aufnahme der carpalen Gelenkfläche beider Knochen nebst Lig. subcruentum und cart. triangularis in den drei Hauptstationen der Radiusdrehung (also drei Aufnahmen) ausgeführt. Die Nadeln wurden hierbei in die Zeichnung mitaufgenommen, so dass durch Ineinanderschiebung der Nadel N u der erhaltenen drei Pausen diese drei Zeichnungen zu einer einzigen (d. i. Fig. 5, exclusive Sägeschnittflächen) verbunden werden konnten, welche die Gelenkfläche der Ulna, als feststehenden Theil ein einzigesmal, die des Radius in drei verschiedenen Stellungen zeigt.

Die Insertionsstellen des Muskels und mit ihnen diejenigen der Nadeln waren während der Aufnahme durch die im Drucke fortgelassenen Vorsprünge der Epiphysen verdeckt; da jedoch die Länge des freien Theiles der Nadeln — 4 Centimeter (im Drucke, um Raum zu ersparen, auf 1 Centimeter verkürzt) — bekannt war, so bedurfte es in der Zeichnung nur einer Verlängerung der die Nadeln andeutenden Linien – von den Nadelköpfchen aus auf 4 Centimeter — um für jede der drei Stellungen des Radius die Insertionsstellen des M. pronator und deren genaue Lage zur Pronationsachse zu besitzen. Um übrigens zu der Zeichnung der Gelenkflächen den hinzugehörigen Querschnitt der Knochen und das volle Bild des an dieselben inserirenden Muskels zu gewinnen, wurde das Vorderende des Antibrachium, dicht an der Einpflanzungsstelle der Nadeln, weggesägt und die Schnittfläche des basalen Stückes sammt den Madeln in denselben drei Stellungen wie oben, mit dem Zeichenapparate aufgenommen.

Fig. 6 und 7 zeigen die verschiedene Länge und Lage der beiden Hebelarme U× und ×R, an welchen der M. pronator quadratus angreift. In der Dorsalflexion, wo der von beiden Hebelarmen gebildete Winkel (U × R[1], Fig. 7) convex wird, hat der um beide Knochen, insbesondere um die Ulna gewundene und im höchsten Grade seiner Dehnung befindliche Muskel D, Fig. 6, eine Länge von 60 Millimetern, während der sich abwickelnde und den Radius in Parallelstellung und in Volarflexion überführende Muskel sich auf 53 und endlich auf 38 Millimeter verkürzt. (In einem zweiten Falle waren die Maasse 42, 35, 25 Millimeter; in einem dritten 57, 50 und 36.)

Weiterhin zeigen Fig. 6 und 7, dass die Querschnitte des Radius, indem bei Dorsal-, noch mehr bei Volarflexion die Knochen einander kreuzen und in nahe gegenseitige Berührung kommen, nicht in gleicher Entfernung um den Drehpunkt × herumliegen, so dass der Hebelarm × R, in der Parallelstellung in unserem Falle 39 Mm. messend, in der Dorsalflexion nur 37 und in Volarflexion nur 34 misst. Auch die Gelenkflächen des Radius (r r, Fig. 5) liegen in den verschiedenen Stel-

Da der Radius nach Wegfall seines Vorderendes seine Drehung begreiflicherweise nicht mehr exact ausführt, sondern hin- und herschwankt, so war bei Beginn des Versuches Bedacht genommen, den Radius auch unter diesen Umständen genau in denselben Lagen fixiren zu können, wie vorher, bei unverletztem Gelenke. Es geschah dies durch zwei feine Stahlbohrer, die in jeder der drei Hauptstellungen quer durch beide Knochen geführt wurden, und zwar wurden diese Bohrer, damit um so weniger eine Verschiebung stattfinde, nicht parallel, sondern convergirend eingeführt und überdies der gegenseitige Abstand je zweier zusammengehöriger Bohrlöcher vor der Absägung genau gemessen.

Durch Ineinanderschiebung der Nadel N u der drei zuletzt erhaltenen Pausen entstand Fig. 6; durch Vereinigung dieser Zeichnung mit dem Ergebniss der zuerst gewonnenen Zeichnungen die Fig. 5.

Ich habe diese Aufnahme an drei verschiedenen Präparaten ausgeführt, stets mit qualitativ demselben Ergebniss. Die Breite des Rotationsauschlages ist bei verschiedenen Individuen nicht unerheblich verschieden, und je nach der stärkeren oder geringeren Biegung der Knochenröhren fällt der Umriss der Sägeflächen bald mehr, bald weniger seitlich neben den Gelenkflächenumriss.

lungen desselben — aus sogleich anzugebendem Grunde — nicht gleichmässig zu dem von × ausgehenden Zirkelschlage.

Was die genaue Lage des unteren Endes der Pronationsachse anlangt, so lassen Einige diese Achse durch den „Mittelpunkt" des Capitulum ulnae gehen (so Langer, Anat. 121); Andere durch die „Spitze des Proc. styloideus" (so Henke, Gelenke 154).[1]) Keine dieser Angaben ist richtig, und die Wahrheit liegt nur insofern in der Mitte, als bei Parellelstellung der Knochen die Achse ungefähr die Mitte zwischen den genannten Stellen einhält. Die Pronationsachse hat aber, wie ich hier beifügen möchte, keine ganz feste Lage, die untere Austrittsstelle derselben ist in der Pronation eine etwas andere, als in der Supination. Sie liegt innerhalb des beweglichen Lig. subcruentum; bei Parallelstellung der Knochen in × der Fig. 5. Da jenes Bändchen aber nicht linienförmig fein, sondern ziemlich breit[2]) und überdies seitlich mit dem Kapselbande verwachsen ist, so wird dasselbe bei den verschiedenen Stellungen des Radius nicht in einem und demselben Punkte umknicken, sondern aus 2 der Fig. 8 (Parallelstellung) nach 1 schlagend (Dorsalflexion), knickt es in dem Punkte × um, wobei der volare Rand, × v', des Bandapparates gespannt ist, während der dorsale, z D', sich mehr oder weniger kräuselt. Bei Volarflexion spannt sich, von dem Punkte z aus, der dorsale Rand, z D''', während × v''' erschlafft. In ersterem Falle (Dorsalflexion) fungirt wesentlich der Punkt x als Drehpunkt des Bändchens; im zweiten Falle der Punkt z; die Rotationsachse weicht mithin in der Dorsalflexion des Radius etwas nach der Volarseite aus, in der Volarflexion nach der Dorsalseite. In beiden Fällen erleidet das sich krümmende und sich zusammenstauchende Bändchen eine Verkürzung, und der Radius wird bei den Extremen seiner Drehung dem mittleren Rotationscentrum (× der Fig. 5) näher geführt, als bei der Parallelstel-

1) Es heisst dort „Proc. coronoides", doch ist der Styloideus, an welchen das Lig. subcruentum sich anhefte, gemeint.

2) Dasselbe wurde in Fig. 5, um in drei Stellungen sichtbar zu bleiben, stark verschmälert dargestellt.

lung — eine Erscheinung, welche bereits in der geometrischen Aufnahme Fig. 5 deutlich hervortritt, indem der dort von dem Punkte × aus auf den Stylfortsatz des parallelgestellten Radius geschlagene Kreisbogen den Stylfortsatz des dorsalflectirten und des pronirten Radius weitaus nicht erreicht. Die Circumferentia articularis des Ulnarköpfchens, keineswegs kreisförmig zu × der Fig. 5, hat eine solche Krümmung, wie jener wandernde Drehpunkt sie erfordert.

Das hier am Lig. subcruentum Ausgeführte ist eine Erscheinung die mehr oder weniger bei den Bewegungen jedes Bandes sich geltend macht[1]) und die am deutlichsten hervortritt, wenn ein breites Band während seiner Spannung gegen die Kante gebogen wird. Jeder Gurt oder Lederriemen ist für diese Erscheinung ein passendes Modell. (Vgl. Fig. 9). Nicht die Mitte des Bandes (mit der man zunächst versucht sein würde, zu rechnen) wird in diesem Falle gespannt, sondern der Rand derjenigen Seite, von welcher das Band weggebogen wird, (z. B. a b' in Fig. 9) während der gegenüberliegende Rand c d' schlaff wird und keinerlei Zug erleidet. An der Insertionsstelle (a) der ersterwähnten Kante aber liegt der Drehpunkt des Bandes für die gegebene Stellung. Auf dieser Beschaffenheit der Bänder, welche Ed. Weber für das Lig. laterale genu internum berührt hat[2]), beruhen gewisse Feinheiten der Gelenkbewegungen, denen in der Rechnung schwer zu folgen ist und die bei der künstlichen Zusammensetzung des Skeletes durch starre Verbindungsmittel kaum wiederzugeben sind.

IV. Die ganze Gruppe der Radiusdreher.

Supinatores. — Biceps brachii. — Streckmuskeln mit supinirender Nebenwirkung. — Pronatores. — Innervation der Armmuskeln.

a. Supinatores.

Die Supination des Vorderarmes wird mit erheblich grösserer Kraft ausgeführt, als die Pronation — eine Thatsache

1) So am Lig. teres acetabuli, dessen beide Chordae bei verschiedenen Stellungen des Femur sich spannen; so ferner am Lig. coraco-claviculare, dessen antogonistisch wirkende Randpartieen geradezu als zwei getrennte Bänder (Lig. conoideum und trapezoideum) beschrieben werden.

2) „Wegen der grösseren Breite seines unteren Endes spannen sich seine Bündel nicht auf einmal, sondern nacheinander" (Gehwerkzeuge, 182); — „während ein Theil erschlafft, bleibt ein anderer mehr oder weniger gespannt" (ebenda, Erklärung der Abbildungen, S. 4).

auf welche unbewusst auch die Technik Rücksicht nimmt: Handbohrer, Schrauben u. dgl. sind (für die rechte Hand bestimmt) rechtswindend.

Dieses Uebergewicht verdanken die Supinatoren vorzugsweise der Mitwirkung des Biceps brachii, welcher Muskel die Supination den beiden nach ihr benannten Muskeln einleiten hilft und, während der Supinator longus nur bis zur Parallelstellung mitwirkt, in Gemeinschaft mit dem Brevis den Radius ein gutes Stück über die Parallelstellung hinaus führt, wobei das Summum der Dorsalflexion allerdings dem Supinator brevis allein zufällt. Angaben wie die allerneueste von Hollstein: „Der Supinator longus ist ein Beuger des Vorderarmes und nimmt an der Supination keinen Antheil; diese geschieht allein durch den Supinator brevis[1])“, sind um so mehr zu beanstanden, als der Radius bei seiner Auswärtsrollung sehr häufig gar nicht weiter, als bis zur Parallelstellung, supinirt wird und diese Bewegung jedenfalls einen wesentlichen Theil der gesammten überhaupt möglichen Supination ausmacht.

Die supinirende Wirkung des Biceps brachii scheint vielfach unterschätzt zu werden; so von Luschka (Anat. III., 164), welcher sagt, dass dieser Muskel „auch im Stande ist,“ an der Supination Theil zu nehmen, während das Wahre an der Sache sein dürfte, dass keine Supination des Radius ausgeführt wird, ohne Mitwirkung des Biceps, ja noch mehr, der Biceps ist weitaus der kräftigste aller Supinatoren. Setzt man den Ellenbogen senkrecht auf einen Tisch und führt den Radius aus der Parallelstellung möglichst weit rückwärts, so erkennt man an der Festballung des Biceps und an der fühlbaren Erhebung seiner Sehne die erwähnte Thätigkeit. Nicht minder beim Hiebfechten, wo sehr gewöhnlich die ganze Wirkung des Biceps, indem eine Aenderung der Ellenbogenkrümmung nicht eintritt, einzig der Supination zu Gute kommt. Liegt der Radius in Pronation, so umwindet ihn die Sehne des Biceps ganz in derselben Richtung, wie die Muskelfasern des Supinator brevis dies thun, und physiologisch könnte man den

1) Anatomie, 5. Auflage, 1873, S. 377.

Supinator brevis sehr wohl als einen accessorischen, für die Supinationswirkung des Biceps bestimmten Kopf dieses Muskels ansehen.

Als ferner mitwirkend bei der Supination werden genannt der Extensor carpi radialis longus und brevis (Krause), der Abductor pollicis longus, sowie die beiden Extensores pollicis (Langer 246), und die isolirte Lage der letztgenannten Gruppe (Daumenmuskeln nebst Indicator) lässt aus der mit der Supination zusammentreffenden Schwellung ihre Mitwirkung erkennen. Ich habe auf dem Wege der Messung, indem ich an frisch hergestellten Muskelpräparaten den gegenseitigen Abstand der Insertionspunkte je eines Muskèls während der drei Hauptstellungen des Radius mit dem Stangenzirkel mass, den Einfluss dieser und anderer Muskeln auf die Supination festzustellen gesucht. Die Ergebnisse dieser Messungen sind folgende:

1. M. extensor carpi radialis longus. Hilft den Radius aus Pronation in Parallelstellung führen; ob derselbe auch zur Dorsalflexion mitwirkt, trat nicht hervor.

2. M. extensor carpi rad. brevis. Führt aus Pronation in Parallelstellung und sehr wahrscheinlich auch in Dorsalflexion.

3. M. indicator und

4. M. extensor pollicis longus betheiligen sich bei der Ueberführung in Parallelstellung und weiterhin bis zur Dorsalflexion.

5. Extensor pollicis brevis lässt Mitwirkung bei Einführung der Parallelstellung erkennen.

Es ist wahrscheinlich, dass die Mitwirkung aller dieser Muskeln an der Supination (wie anderer an der Pronation) weiter geht, als diese Messungen es erkennen lassen, und es dürfte kaum ein Streck- oder Beugemuskel des Vorderarmes so gelagert sein, dass er nicht in dem einen oder anderen Sinne als Roller mitwirkte.

Bei obigen Messungen wurde die Ulna durch Einbohrung zweier vom Olecranon in den Humerus dringender Bohrer, sowie die Hand durch einen vom Carpus aus in den Radius geführten Stift, festgestellt. Gemessen wurde vom Ursprung je eines Muskels bis zu der

Stelle der Sehne, wo dieselbe unter das Lig. carpi dorsale tritt (beide für die Messung gewählten Punkte wurden durch feine Touchemarken bezeichnet). Für jeden Muskel wurden mindestens drei Leichen benutzt. Die Mittelwerthe aus mindestens drei Bestimmungen sind, wenn die Entfernung der beiden Messpunkte bei Dorsalflexion = 100 gesetzt wird, folgende:

		In der Pronation.	Parallelstellung.	Dorsalflexion.
M. extensor carpi radialis longus	Entfernung vom Ursprung bis zum Lig. carpi dorsale	100·5	100	100
M. extensor carpi rad. brevis	desgl.	101·4	100·3	100
M. indicator	desgl.	101·4	100·5	100
M. extensor pollicis longus	desgl.	101·5	100·7	100
M. extensor pollicis brevis	desgl.	100·5	100	100

b. Pronatores.

Bei der Pronation wirken neben dem Supinator longus (welcher, sofern Dorsalflexion vorliegt, die Vorwärtsrollung einleiten hilft), dem Pronator quadratus (der — von seiner Nebenwirkung auf das Kapselband abzusehen — ausschliesslich Pronator ist und am Krafthebel wirkt) und dem Pronator teres (der zugleich Armbeuger ist und als Pronator am Geschwindigkeitshebel wirkt), noch mehrere andere Muskeln mit, die ihrer Hauptwirkung nach Beuger sind. In erster Linie wird genannt (von Sömmerring, Krause u. A.) der Flexor carpi radialis, der nach Lage und Richtung als eine wenig abgeänderte Wiederholung des Pronator teres bezeichnet werden darf. Als Pronatoren werden ferner genannt die Mm. flexor digitorum communis sublimis (Sömmerring, Lauth), flexor dig. profundus (Sömmerring), palmaris longus, ja auch der flexor carpi ulnaris (Langer). Die Vermuthung, dass diese Muskeln, wenn ihre beugende Wirkung durch Feststellung der Finger beendet ist und eine sehr kräftige Pronationsbewegung versucht wird, an letzterer mehr oder weniger Antheil nehmen, liegt nahe; insbesondere macht die vom Radius kommende Por-

tion des flexor dig. comm. sublimis ihren Weg zum Handgelenke in einer für Volarflexion des radius recht günstig scheinenden Richtung. Was ich mit dem Stangenzirkel nachweisen konnte, ist folgendes:

		In der Pronation.	Parallelstellung.	Dorsalflexion.
M. pronator teres	Entfernung v. Ursprung zum Ansatz.	100	106·0	109·3
M. flexor carpi radialis	Vom Ursprung bis zu einer in der Nähe des Os mult-ang. majus an die Sehne angebrachten Marke	100	102·8	103·9
M. flexor dig. comm. sublimis	Vom Cond. internus bis zur Mitte des Lig. carpi vol. propr.	100	101·2	101·5

Werfen wir endlich einen Blick auf die Innervation der Radiusdreher und der Muskeln des Armes überhaupt.

Sagt man: Die Extensoren und Supinatoren des Armes pflegen als Socii miteinander zu wirken und sind vom Nervus radialis innervirt; die Flexores und Pronatores, gleichfalls Socii, vom N. perforans, medianus und ulnaris, — so hat dieses Schema doch einige beachtenswerthe Durchbrechungen. Zunächst ist es sehr auffällig, das die Mm. interossi dorsales, die normal stets mit den Streckmuskeln zusammenwirken (der gestreckte Arm hat geöffnete Hand und gespreizte Finger; der gebeugte Arm geschlossene Hand), nicht vom Radialis, sondern vom Ulnaris innervirt sind.

Ferner finden wir in dem Supinator longus einen Muskel, der vom Strecknerven innervirt, allerdings gelegentlich die Supination, eben so oft aber auch die Pronation einleiten hilft und seiner Hauptwirkung nach Beugemuskel ist.

Endlich sehen wir in einem der kräftigsten Beuger, von einem Beugenerven innervirt, in dem Biceps, den kräftigsten Muskel der Supination.

Erklärung der Abbildungen.

(Auf Tafel I.)

Fig. 1. Ulna und Radius des rechten Armes, durch einen die Richtung der Pronationsachse einhaltenden Stahldraht verbunden.

Am Carpalende beider Knochen sind die Ansatzstellen des M. pronator quadratus angedeutet; der Muskel selbst ist durch eine Drahtrolle vertreten, welche, sich selbst überlassen, den Radius in Pronation führt. Das Präparat ist in mässig gedehntem Zustande der Rolle gezeichnet. (Parallelstellung der Vorderarmknochen).

Fig. 2. Modell zur Erläuterung der Gelenkverbindungen des Vorderarmes.

Fig. 3. Bänderpräparat des rechten Vorderarmes, zum Nachweise der Wirkung des M. supinator longus vorgerichtet.

a und b zwei an den Insertionsstellen des Supinator longus angebrachte Drahtösen, in welche ein den Muskel vertretender, bei c d mit einer federnden Rolle versehener Draht eingeschlungen ist. Die Rolle, bei Parallelstellung der Knochen geschlossen, verlängert sich bei Dorsalflexion wie bei Volarflexion des Radius.

Fig. 4. Gelenkflächen von Ulna und Radius des rechten Armes.

Ursprung und Ansatz des M. pronator quadratus, von ihren wirklichen Stellen, a b, nach c d verschoben gedacht.

Die das Ulnarköpfchen in der Nähe des Dorsalrandes durchziehende Charnierachse liegt bei ×.

Der sich verkürzende Muskel c d würde auch in diesem Falle den Radius in der Richtung des Pfeiles, d. i. in pronirendem Sinne um die Ulna rollen.

Fig. 5. Geometrische Ineinanderzeichnung der Gelenkflächen und eines unteren Querschnittes der Vorderarmknochen nebst den Insertionsstellen des M. pronator quadratus; — senkrecht auf die Pronationsachse.

u Capitulum ulnae;

s Processus styloideus ulnae;

x Austrittstelle der Pronationsachse;

r Gelenkfläche des Radius, und zwar r' in Dorsalflexion, r'' in Parallellstellung, r''' in Volarflexion.

R', R'', R''' Querschnitt des Radius in den genannten drei Lagen.

N u Nadel, auf die Ulnarinsertion des M. pronator quadratus eingesetzt.

N r Nadel an der Radialinsertion.

Fig. 6. Der zweite Theil der vorigen Figur, vollständiger und für sich allein.

U Querschnitt der Ulna, 28 Millimeter oberhalb der Gelenkfläche.

× Durchtrittsstelle der Pronationsachse.

R′, R″, R‴ Querschnitt des Radius, seinen Weg aus Dorsalflexion bis zur Volarflexion durchlaufend.

D, P und V = M. pronator quadratus in den drei Stellungen.

L Ligamentum interosseum.

Fig. 7. Vorige Figur, mit Einzeichnung der Hebelarme U × R′ U × R″ und U × R‴, an welchen der Pronator quadratus arbeitet.

Fig. 8. Lig. subcruentum und cartilago triangularis der rechten Ulna (halbschematisch).

bei 1 während der Dorsalflexion,

bei 2 während der Parallelstellung,

bei 3 während der Volarflexion des Radius.

Drehpunkt des Bandapparates im ersten Falle bei x, im letzten bei z.

Fig. 9. Ein Band, a b c d, gegen die Kante gebogen, erschlafft an seinem Rande c d′, und der Drehpunkt des Bandes liegt in a.

Tractus ileotibialis fasciae latae.

Von
HERMANN WELCKER
in Halle.

(Hierzu Taf. I. Fig. 10 und 11.)

Maissiat's Beitrag zur Theorie des Stehens. — Angaben Hyrtl's. — H. Meyer's Lig. ileotibiale. — Versuche des Verf. über die Function des Tract. ileotibialis. — Zweiter Beckenursprung dieses Tractus. — Band oder Sehne? — Function des M. sartorius.

1. Ein nicht unwichtiger, indess wenig beachteter und nicht im Sinne seines Urhebers aufgefasster Beitrag zur Theorie des Stehens ist vor Jahren von Maissiat[1]) geliefert worden. Entgegen der Ansicht, dass die natürliche Haltung des aufrecht stehenden Menschen die symmetrische sei, bei welcher der Körper gleichmässig auf beiden Füssen ruht, was eine unaufhörlich stattfindende Muskelthätigkeit erfordere und alsbald unerträglich werde, nimmt Maissiat an, dass die normale Stellung die sei, sich vorzugsweise mit einem Beine zu stützen, welche Stellung in Folge einer eigenthümlichen Anordnung der Fascia lata femoris unter erheblicher Ersparung von Muskelthätigkeit („ohne dass es dazu der fort-

1) Comtes rendus des séances de l'Acad. d. sc. No. 10, 7, Mars 1842 und Études de physique animale. Paris 1843. — Ich habe die Originalmittheilungen nicht benutzen können und berichte nach einem Auszuge der ersterwähnten Publication, Froriep's Neue Notizen, Band XXII, 1842. S. 177 bis 181.

währenden Thätigkeit irgend eines Muskels bedürfe") ermöglicht werde.

Als den in Betracht kommenden Theil der Fascie bezeichnet Maissiat jenen derberen, an der Aussenseite des Schenkels verlaufenden, 4 bis 8 Centimeter breiten Faserzug, welcher, „an dem hervorragendsten Punkte der Crista iliaca und an deren äusserer Seite" entspringend, nach abwärts über den Trochanter major tritt, „an dem er locker befestigt ist" und welcher, zur Aussenseite des Kniees herabtretend, an der Tibia inserirt. „Man könnte denselben Ligamentum ileo-tro-chantero-tibiale nennen", indem hierdurch sowohl seine beiden äussersten Befestigungspunkte, als sein mittlerer Stützpunkt bezeichnet würden.

Der Mechanismus, an welchem dieses „Band" beim Stehen sich betheiligt, ist nach Maissiat folgender:

„Beide unteren Extremitäten bilden beim Stehen", indem die Kniee seitlich nicht biegsam sind, „zwei senkrechte, parallele Säulen, die oben nach der Quere durch das Becken miteinander verbunden sind. Das Becken würde also mit dem Fussboden die beiden kurzen Seiten eines rechtwinkligen Rahmens darstellen, der die Masse des Rumpfes stützt. Aber an den vier Ecken des gedachten Rahmens, d. h. an den beiden Hüftgelenken und an den Füssen, ist noch eine bei dem Stehen auf beiden Beinen zu bedeutende Beweglichkeit vorhanden: folglich ist das passive Gleichgewicht nur für die genau symmetrische Stellung des ganzen Körpers möglich und darum offenbar nur unstät. Bei der geringsten Verschiebung der Massen zur Rechten oder Linken würde, wenn die Winkel sich uneingeschränkt verändern könnten, die Bewegung mit steigender Beschleunigung fortfahren und erst dann aufhören, wenn der Körper seitlich auf den Boden gelangt wäre. Allein derjenige der oberen Winkel, welcher spitz wird, d. h. der auf derselben Seite des Körpers liegende, wie die Extremität, auf welche der Schwerpunkt des Körpers übergeht, wird nur durch eine Drehung spitz. Sein Spitzerwerden wird in der That bald durch den Widerstand des gleichseitigen Lig. il.-troch.-tibiale, sowie anderer Bänder, deren Spannung sich stufenweise vermehrt, verhindert werden. Dieser Widerstand gegen die Drehung wird zuletzt in der Nähe der Stellung, wo eine vom Schwerpunkte des Rumpfes senkrecht herabsteigende Linie durch den stützenden Fuss geht, unbesiegbar werden, und es lässt sich leicht nachweisen, dass alsbald ein stätiger Zustand beweglichen Gleichgewichtes stattfindet. Alles dieses kann Jeder leicht durch Ver-

suche an sich selbst vergewissern. Wenn man sich in die ruhende Stellung auf beiden Füssen begiebt, so tritt bald eine Bewegung zur rechten oder linken Seite ein, welche Anfangs wie durch einen Fall auf die Seite beschleunigt wird, bald aber im Körper selbst auf einen Widerstand stösst, worauf eine leichte rückgängige Bewegung und zuletzt ein neuer Zustand der Ruhe eintritt. Von nun an aber ist alles anders; man erscheint nicht mehr so hoch, als früher; man steht nicht mehr auf zwei Beinen, sondern ist in eine andere Stellung gerathen — — — die eigentlich natürliche Stellung des Menschen auf einem Beine, während das andere schlaff und leicht gebogen ist, wie man es z. B. beim Apoll von Belvedere bemerkt.[1])"

2. Auf diese wichtigen und, wie mir scheint, in allen wesentlichen Punkten richtigen Angaben hat die Literatur wenig Rücksicht genommen; der einzige Autor, so weit ich finde, der näher auf den Gegenstand eingegangen, ist Hyrtl, welcher in seiner topographischen Anatomie[2]) dem „Maissiat'schen Streifen" einen besonderen Paragraphen widmet. „Maissiat" — so berichtet Hyrtl — „hat auf die Wichtigkeit eines Streifens der Fascia lata, als Hemmungsmittel der Adductionsbewegung des Schenkels, aufmerksam gemacht." Es stimmt dies ja in der That mit den Voraussetzungen Maissiat's, allein es bezeichnet nicht entfernt das Ganze seiner Lehre. Sehr treffend sagt Hyrtl, dass jener Streifen über den Trochan-

1) Maissiat erwähnt, dass bereits Linardo da Vinci diese Art des Stehens für die habituelle Positur des Menschen erklärt habe. Und in der That finden wir dieselbe eben so natürliche, wie anmuthige Ruhestellung bei zahlreichen Gemälden und Bildwerken. Für Perugino, Francia und auch für Rafael in seiner früheren Zeit kann diese Stellung, die zugleich einen sehr gefälligen Faltenwurf bedingt, geradezu stereotyp genannt werden: in dem Bilde „Assunzione di Maria" (Perugino, Florenz) haben von den vier Hauptfiguren am Fusse des Bildes drei diese Stellung; in der „Versuchung Christi" findet sie sich bei 7 in einer Reihe stehenden Figuren 4 mal; bei Rafael zeigt jede der drei Gracien diese Stellung; im „Sposalizio" zeigt sie die Braut, sowie mehrere andere Figuren, und bei dem auf einem Beine stehenden Stabbrecher erscheint das gebogene Bein, auf welchem der Körper ruht, wie federnd im Schutze des Maissiat'schen Streifens.

2) 5. Aufl., 1865, S. 546.

ter, ähnlich wie die Saiten einer Violine über den Steg gespannt sei; aber mit keinem Worte erwähnt Hyrtl (was doch nur sehr implicite in jener von ihm formulirten Functionsangabe verborgen liegt) die Bedeutung des Streifens für das Stehen und die Rolle, welche diese besondere Art der Adductionshemmung jeden Augenblick spielt.

„Legt man," so lesen wir weiter, „einen Cadaver mit gestreckten Füssen auf die Seite und bringt man den Fuss dieser Seite aus seiner geraden Richtung, so dass der andere nicht mehr auf ihm aufliegt, so bleibt ersterer, wenn man das Becken unnachgiebig fixirt hält, an der Hüfte ausgestreckt und sinkt nicht auf die Unterlage herab, weil der vom Darmbeinkamme zum Schienbein gehende Streifen der Fascia lata seiner Spannung wegen den Schenkel frei in seiner horizontalen Richtung erhält."

„Es ist etwas Wahres daran," fügt Hyrtl hinzu. „Jeder Versuch, das Maissiat'sche Experiment zu wiederholen, selbst wenn er nicht vollkommen gelingt, bezeugt doch die Betheiligung dieses verdickten Streifens der Fascia lata an der Hemmung der Adduction. Dass er den festen Anschluss des Unterschenkels an den Oberschenkel bei gestrecktem Knie mitbedingen hilft, ist eben so leicht einzusehen."

3. Auf denselben Theil der Fascia lata, den er als „Lig. ileotibiale" bezeichnet, dessen Bedeutung er aber nicht mit der Adductionshemmung des Schenkels und nicht in der Maissiat'schen Weise mit dem asymmetrischen Stehen in Beziehung bringt, sondern in welchem er ein Fixationsmittel der gestreckten Tibia erkennt, ist — wie es scheint unabhängig von Maissiat und dem Referate Hyrtl's — H. Meyer gekommen.[1]) Die Auffassung Meyer's ergiebt sich aus folgender Darstellung (Statik und Mechanik des m. Knochengerüstes, S. 375):

„An die Streckmuskeln des Kniegelenkes reiht sich noch ein interessanter Apparat an, welchen ich zuerst in I. 3 (Müller's Arch. 1843, S. 515 resp. ebenda S. 32) beschrieben und als Ligamentum

1) Hyrtl erwähnt in den seit Meyer's Mittheilung erschienenen Auflagen der top. Anat das Meyer'sche Lig. ileotibiale nicht, und es ist somit unsererseits zu constatiren, dass der „Maissiat'sche Streifen" und Meyer's „Lig ileotibiale", die von beiden Autoren nach Bau und Function verschieden beurtheilt werden, wesentlich identisch sind.

ileo-tibiale benannt habe. Derselbe besteht aus drei in ihrem Ursprung getrennten Elementen. Als Grundlage des Apparates kann der M. tensor fasciae latae angesehen werden, welcher sehr unpassend so genannt wird, da er sich nicht in die Fascie verliert, sondern mit einem breiten, starken Sehnenstrang das Tuberculum tibiae erreicht, um sich hier gemeinsam mit den anderen Elementen als ein dicker rundlicher Strang anzuheften. Das zweite Element giebt der oberflächliche Theil des M. glutaeus maximus, welcher mit einer flachen Sehne den Trochanter überschreitet; die Fasern dieser Sehnenausbreitung vereinigen sich mit dem vorher angeführten Sehnenstrang des M. tensor fasciae latae. Das dritte Element sind fibröse Streifen, welche von der Crista ossis ilei entspringen und sich ebenfalls dem genannten Sehnenstrange beischliessen. Der durch diese drei Elemente gebildete mächtige Strang setzt sich an der bezeichneten Stelle der Tibia an und durch den Zug desselben kann die Streckung im Sinne der Schlussrotation vollendet und unterhalten werden."

Eine Abbildung des Lig. ileotibiale giebt Meyer S. 131, Fig. 82 s. Lehrbuches der physiol. Anat. (Aufl. I, 1856), und dort heisst es betreffs der Function des Bandes:

„Wenn in dem aufrechten Stehen das Becken sich nach hinten senkt und somit der vordere Theil des Hüftbeinkammes gehoben wird, so wird durch den Zug, welchen das Lig. ileotibiale alsdann erhält, die Tibia in der Streckung gegen das Femur fixirt."

„Eine weitere wichtige Bedeutung," heisst es an der zuerst erwähnten Stelle, „gewinnt dieser Strang, indem ein Theil seiner vorderen Fasern sich an den äusseren Rand der Patella anheftet und ein äusserst kräftiges Retinaculum der Patella bildet, welches namentlich in der Flexion diesen Knochen fest in seine Rolle hineindrängt" — und etwas weiter gehend lautet es im Lehrbuche S. 222: „Die beschriebene Sehne hat eine feste und breite Verbindung mit dem äusseren Rande der Patella, — — diese Verbindung weist zugleich darauf hin, dass die Bedeutung dieses ganzen Apparates" (die Bedeutung des Lig. ileotibiale) „vielleicht nur in der Regulirung der Bewegungen der Patella zu finden ist."

Man sieht aus diesen Stellen, dass eine Gegenwirkung des Lig. ileotibiale gegen die Adduction, eine Wirkung auf den sich zuspitzenden Winkel an der oberen Ecke des von Maissiat erwähnten „Rahmens", eine Beziehung zum asymmetrischen Stehen, von Meyer nirgends angenommen wird.

Angaben anderer Autoren, welche auf den Gegenstand Bezug hätten, kenne ich nicht.

4. Was ist nun die Function des in Rede stehenden Streifens der Schenkelbinde?

Zunächst dürfte Meyer betreffs seiner Angabe über die Einwirkung des Lig. ileotibiale auf die Fixation der gestreckten Tibia, sowie der Einwirkung auf die Patella, völlig im Rechte sein. Dagegen glaube ich mich durch das Experiment überzeugt zu haben, dass eine gewiss nicht minder wichtige Wirkung des Apparates sich auf die Winkelstellung des Femur zum Becken bezieht und dass das „Lig. ileotibiale" in dieser Beziehung genau in der von Maissiat angegebenen Weise wirkt. Hinzuzufügen habe ich, dass dem Maissiat'schen Streifen, wie ich unten näher nachweisen werde, neben dem von Maissiat (und von Hyrtl) angegebenen, sowie neben dem von Meyer dem „Lig. ileotibiale" zugeschriebenen Ursprunge noch eine zweite, weit kräftigere obere Insertion zu Gute kommt.

Von meinen Versuchen zunächst nur Folgendes:

Biegt man, beim Stehen auf einem Beine ruhend, die Hüfte dieser Seite stark nach aussen, so befindet sich der Maissiat'sche Streifen, wie man durch kräftiges Zufühlen deutlich erkennt, im Zustande äusserster Spannung, und es wirkt derselbe hiermit selbstverständlich einer noch weiteren Verkleinerung des von Rumpflinie und Oberschenkel gebildeten Winkels entgegen.

An einer muskulösen Leiche[1]) entferne man an der Aussenseite der Hüfte und des Schenkels die Haut und die Fascia superficialis, so dass die Fascia lata frei vorliegt und der Bauch des M. tensor durch die Fascia durchscheint. Man lege nun den Leichnam auf die nicht präparirte Seite und lasse denselben durch einen kräftigen Druck auf die Lendenwirbelsäule so fixiren, dass die Querachse des Beckens senkrecht steht. Wird nun das unten liegende Bein etwas nach vorn gezogen, so dass das obere nirgends anrührt, so erhält dieses obere Bein sich frei schwebend in nahezu horizontaler Richtung; der Maissiat'sche Streifen zeigt sich hierbei in äusserster Spannung. Unterstützt oder hebt man das Bein, so findet der zufühlende Finger sofort entsprechenden Nachlass in der Spannung des Streifens.

Bei einer unverletzten, in Rückenlage befindlichen Leiche hebe man einfach das eine Bein weit kreuzend über das Knie des anderen: der Streifen zeigt sich auch hier straff gespannt, und das in gekreuzte Lage gebrachte Bein geht, sobald man es loslässt,

---

1) Es bedarf nicht der Erinnerung, dass die Todtenstarre vorüber sein muss.

ein wenig zurück. Es wirken zu diesem Zurückgehen ohne Zweifel auch andere sich entspannende Theile (des Bandapparates u. s. w.) mit; doch lässt sich durch Zufühlen deutlich erkennen, dass die federnde Wirkung des Maissiat'schen Streifens die Hauptsache dabei thut.

Auf dem Trochanter liegt bei diesen Versuchen die Fascie unbeweglich fest, und die derben, gespannten Fasern derselben ziehen mit einem oberen Schenkel (c der Fig. 10) vom Seitenrande der Beckencrista zum Trochanter; mit einem unteren Schenkel (d) vom Trochanter zur Tibia. Es ist klar, dass Durchschneidung dieses Faserzuges einen höheren Grad des Ueberschlagens des Beines ermöglichen muss, wie dies der Versuch auch ergeben hat.

5. Als Ursprungsstellen des Lig. ileotibiale werden von Maissiat, Hyrtl und H. Meyer ausschliesslich solche Stellen genannt, welche am oberen und lateralen Rande des Hüftkammes liegen —: die Spina anterior superior oss. il., sowie derjenige an diese sich anschliessende, am meisten seitlich vorragende Theil der Crista (s l, Fig. 10), welcher füglich als Spina lateralis oss. ilei bezeichnet werden könnte. Das Lig. ileotibiale, von diesen Stellen entspringend, würde im Wesentlichen den Verlauf besitzen, welcher in Fig. 10 durch die gebrochene Linie c d angedeutet wird.

Untersucht man genauer, so zeigt es sich, dass die Fascie zugleich mit einem tiefen Blatte (g f der Fig. 10) von der Spina ant. inferior entspringt, und es leuchtet sofort ein, dass dieser kräftige, über einen weit höheren „Steg“ gespannte Ursprungsschenkel zu allem Demjenigen, was Maissiat dem von ihm nachgewiesenen Apparate zuschreibt, weit günstiger situirt ist, als der von Maissiat allein erwähnte Ursprungsschenkel.[1])

1) Einen tiefen Ursprung der portio iliosacralis fasciae latae an der Spina inferior oss. il., „neben der Ursprungssehne des M. rectus femoris“, erwähnen mehrere Lehrbücher; aber derselbe wird nirgends mit dem Maissiat'schen Streifen in Beziehung gebracht. So bemerkt Hyrtl (Lehrb. d. Anat. XI. Aufl. 499), dass zwischen dem rectus femoris und tensor fasciae ein starker Fortsatz der fascia „bis auf das Hüftgelenk und den Oberschenkelknochen“ eindringe, ohne jedoch diesen Fortsatz in Verbindung mit dem Maissiat'schen Streifen zu bringen. — Eine directe Verbindung dieses von Hyrtl erwähnten Fortsatzes mit dem Oberschenkel (indirect hängt jeder

Um von diesem tieferen Ursprunge der Fascie Kenntniss zu nehmen, trage man das äussere Blatt der Tensorscheide (c der Fig. 10) vollständig ab (so dass der Bauch des M. tensor nackt zu Tage liegt), führe von den beiden Rändern des Tensorbauches aus nach abwärts zur Aussenfläche des Knie's zwei die Fascie durchdringende, den gesammten unteren Abschnitt des Maissiat'schen Streifens zwischen sich einschliessende Schnitte („Sehne" des M. tensor im Sinne H. Meyer's). Dem durch diese Schnitte isolirten Streifen würde nun, falls man bei Maissiat's Angabe über die Beckenanheftung des Apparates stehen bliebe, jeder festere Zusammenhang mit dem Becken fehlen, er würde mit letzterem nur noch durch den Bauch des M. tensor und durch das hintere Blatt der Scheide dieses Muskels (e f, Fig. 10 und 11) zusammenhängen. Aber der zur Tibia führende Streifen liegt dem Aussenrande des adducirten Oberschenkels nach wie vor so straff an, dass man nur mit Mühe die flache Hand zwischen ihn und den m. vastus externus einschieben kann. Durchschneidet man nun auch den Tensorbauch der Quere nach (Fig. 11), ohne das tiefe Blatt e f der Scheide zu verletzen, so bleibt der zur Tibia tretende Streifen d in derselben Weise gespannt, und die beiden Hälften des durchschnittenen Muskels rücken kaum auseinander. Zieht man aber an dem Streifen d, so erkennt man, dass der Zug nicht nach oben, mittels e, nach der Spina ant. superior hin, wirkt, sondern die Zugwirkung endet, soweit man zunächst erkennt, weiter unten, ungefähr in der Mitte der Grube, in welcher der Bauch des Tensor sein Lager hatte (längs der punktirten Linie zwischen e und f der Fig. 11), und es lässt sich schon hieraus entnehmen. dass das hintere Blatt der Tensorscheide, resp. des Maissiat'schen Streifens, nicht etwa an der Spina superior ilei oder an der Spina lateralis, sondern an einer weit tiefer gelegenen Stelle seinen Hauptursprung hat.[1])

Abschnitt der Fascia lata mit dem Femur zusammen) habe ich niemals gefunden; jedenfalls ist die Spina ant. inf. oss. ilei die Anheftungsstelle der kräftigsten Fasern jenes Fortsatzes.

1) Es ist lohnend, das soweit vorgerichtete Präparat zu einem Experimente über die Wirkungsweise des M. Streifens zu benutzen.

Fassen wir, um diesen tiefen Ursprung kennen zu lernen, das hintere Blatt der Tensorscheide (e f) in's Auge. Dieses Blatt, welches den Boden einer durch die Aushülsung des Tensorbauches entstandenen Grube bildet, ist nur in seiner unteren Hälfte (f), woselbst es den M. vastus externus bekleidet, derb; der obere, den Aussenrand des M. rectus fem. und den Vorderrand des M. glutaeus medius deckende, zur Spina superior oss. il. führende Abschnitt e ist merklich schwächer, so dass die letztgenannten Muskeln lebhaft durchschimmern. Jener untere derbere Abschnitt f des hinteren Scheidenblattes ist es, den wir beim Zuge sich spannen sahen; auf die obere, dünnhäutige Fortsetzung desselben hatte der Zug so gut wie keine Wirkung. Da nun, wo wir die Zugwirkung aufhören sehen, spaltet sich das hintere Blatt der Scheide in zwei nach oben und nach innen sich wendende Blätter (e und g), welche den M. rectus von seinem Aussenrande aus zwischen sich nehmen[1]) und

---

Schlägt man das Bein der präparirten Seite nach vorn über, so spannt sich dieser tiefe Ursprung g f des Streifens in weit höherem Grade, als wir vorher den von Maissiat angegebenen äusseren und oberen Ursprung c sich spannen sahen. Ja der Maissiat'sche Versuch (bei Seitenlage der Leiche) gelingt seiner Hauptsache nach noch jetzt, nachdem der Streifen mit dem von der Spina lateralis und anterior superior kommenden Ursprunge ausser Zusammenhang ist.

1) Selbstverständlich umhüllen diese beiden Blätter den M. rectus in seinem ganzen Verlaufe und stehen mit den Fascien sämmtlicher umgebenden Muskeln in Zusammenhang; die breite Schenkelbinde, indem ihre Fortsätze sämmtliche Muskeln des Oberschenkels mit Scheiden umhüllen, entspringt insofern an allen Stellen, an welchen Muskeln entspringen oder inseriren. Wie billig folgt die Beschreibung nur jenen derberen Faserzügen, welche den Hauptzusammenhang vermitteln und auf kräftigere Zugwirkungen berechnet sind. Die Ursprungsstellen dieser kräftigeren Züge der Schenkelbinde sind: Crista ilium und Os sacrum einerseits, Spina ant. inf. ilei andererseits für die Portio iliosacralis fasciae lata; Os ischii und Os pubis für die Portio ischiopubica. Den zum Tractus iliotibialis gehörigen Abschnitt übersieht man am bequemsten, wenn man ihn nach aufwärts verfolgt; er ist in diesem Falle (Vgl. Fig. 10 und 11) der vom tuberculum tibiae aus aufwärts steigende seitliche Faserstrang, welcher in der Nähe des trochanter major sich in zwei Ursprungsschenkel

deren tieferes, derberes, g, nach Stärke und Verlaufsrichtung die eigentliche Fortsetzung von f, den Hauptursprung des tieferen Blattes der Tensorscheide, resp. den tiefen Ursprung des Maissiat'schen Streifens bildet. Es steigt dieses letztere Blatt, den M. rectus vom M. glutaeus medius und vom Iliacus internus trennend, mit derben Fasern nach oben und innen und inserirt nebst der ihm unmittelbar aufliegenden Sehne des M. rectus an der Spina inferior oss. ilei und dem Pfannenrande, sowie an der Vorderfläche der Hüftgelenkkapsel.

6. H. Meyer nennt den vom m. tensor aus herabtretenden Theil des Maissiat'schen Streifens eine Sehne, die zur tibia gehende „Sehne" des M. tensor fasciae latae. „Sehr unpassend" werde der „M. tensor fasciae latae" so genannt, da er sich nicht in die Fascie verliere", sondern mit einem „breiten, starken Sehnenstrang" die Tibia erreiche (Statik S. 375). — Das ist offenbar nicht richtig und stimmt auch nicht mit der übrigen Auffassung Meyer's, wonach ja doch derselbe Theil ein „Band" sein soll — „ein sehr langes Band, welches die Tibia unmittelbar mit dem Hüftbein verbindet, das Ligamentum ileotibiale" (Lehrb. d. physiol. Anat. 130[1]).

Nach Consequenz der gebräuchlichen Terminologie ist der Maissiat'sche Streifen sicherlich keine Sehne; die abwärts vom Tensorbauche befindlichen Fasern sind nicht von diesem, sondern von dem Zusammenflusse der beiden Blätter der Tensorscheide herzuleiten, und bereits Henle (Muskellehre 256) sagt, ent-

---

(c und fg) spaltet, welche den M. tensor, sowie Theile des Glutaeus medius und Rectus femoris zwischen sich fassen und deren äusserer an die Spina superior und lateralis ilei, und deren tiefer an die Spina inferior ilei geht.

1) Das Gezwungene dieser Auffassung drückt sich in den eigenen Worten Meyer's aus, der in seinem Lehrb. S. 222 von dem Tensor sagt: er ist „ein kleiner Muskel, welcher von der Spina ant. superior ilei entspringt und in eine starke und lange Sehne übergeht, welche der Fascia lata eingewebt ist und sich an einen besonderen Vorsprung — des Cond. ext. tibiae ansetzt —". „Dieselbe ist vereinigt mit dem Lig. ileotibiale, und die eben beschriebene Anheftung der Sehne des M. tensor fasciae latae ist eigentlich dieselbe, wie die früher beschriebene dieses Bandes."

gegen der Meyer'schen Annahme: „Sehnenfasern, welche sich vom M. tensor fasciae aus, der Fascie eingewebt, zum Unterschenkel herab erstrecken sollen (Lig. ileotibiale H. Meyer), kann ich nicht finden." Wäre dem nicht so, wäre der M. tensor, wie Meyer sagt, „die Grundlage" des Lig. ileotibiale, die Fascie mithin die Fortsetzung der in der Tensorscheide liegenden Muskel- resp. Sehnen-Fasern, so würde unser „Band" durch einen dehnbaren Abschnitt (die Muskelfasern) unterbrochen sein, was wiederum gegen das Princip des Bandes ist und nirgends vorkommt. Aber auch der Function nach kann der untere Abschnitt des Streifens schwerlich schlechthin als Sehne gelten.

Nach meiner Auffassung ist der Maissiat'sche Streifen nur uneigentlich ein Band; noch weniger ist der untere Abschnitt desselben eine Sehne. Der Maissiat'sche Streifen ist, sofern er im Sinne Maissiat's thätig ist, ein nach Art eines Bandes wirkender Theil einer Fascie. Dieser Abschnitt der Fascie aber (und mit ihm die angrenzenden Theile desselben in verschiedenem Maasse) kann andererseits auch gespannt werden durch Muskeln, deren einer (Tensor fasciae latae) seine Insertion im Vereinigungswinkel der beiden oberen Ursprünge des Apparates findet. Wirken diese Muskeln, so wirkt die durch sie gespannte Fascie nach Art einer Sehne auf die von der Fascie besetzten Knochen (femur und tibia), und der Tensor fasciae wird Einwärtsroller des Oberschenkels.

Diese doppelte Wirkungsweise des Streifens, als Hemmungsband und als Sehne, dürfte schwerlich zeitlich zusammenfallen. Wirkt der Streifen als Band, so findet eine starke Dehnung des gesammten Tractus ileotibialis statt, und die Wirksamkeit des „Bandes" beginnt erst in dem Momente, wenn der ganze Tractus vom Becken zur Tibia bis an die Grenze seiner Dehnbarkeit gespannt ist und ein weiteres Auseinanderrücken der Insertionspunkte verhindert. Der Muskelbauch des Tensor ist dann selbstverständlich schlaff und langgezogen, die Contraction des schwachen Muskels würde durch den starken Zug, den das Gewicht des Rumpfes beim asymmetrischen Stehen ausübt, weitaus überwunden werden. Soll dagegen der Muskel-

bauch des Tensor zur Wirkung kommen, so setzt dies voraus, dass ihm die Möglichkeit bleibe, sich verkürzen zu können, die Fascie mithin nicht in extremer, den Muskel dehnender Spannung sich befinde. Es ist aber dann wiederum unmöglich, dass der Streifen in diesem Momente als Hemmungsband wirke.

Ich habe, um den Namen „Ligamentum“ ileotibiale zu vermeiden, der immerhin eine falsche Voraussetzung einschliesst, die Bezeichnung: „Tractus ileo-tibialis“ für den besprochenen Apparat vorgezogen.

7. Eine Bemerkung betreffs der Function des M. sartorius möge hier noch Platz finden.

Die Function des M. sartorius ist bekanntlich von jeher sehr verschieden beurtheilt worden. Ich zweifle nicht, dass der sartorius bei gestrecktem oder fixirtem Unterschenkel zur Beugung des Femur (oder des Rumpfes), bei gebeugtem Unterschenkel zur Einwärtsrollung des letzteren mitwirke; glaube aber mich überzeugt zu haben, dass dieser Muskel bei jedem Schritte während des Gehens sich als Tensor der Schenkelfascie bethätige, und es scheint, dass der gekrümmte Verlauf und der Einschluss dieses Muskels in eine Scheide der Fascia lata diese Beziehung ohne Weiteres hätte verrathen müssen. Wie ich inzwischen finde, ist diese Ansicht auch bereits ausgesprochen, von Duchenne[1]); doch hat die betreffende Angabe Duchenne's, so weit mir bekannt, in die anatomischen Darstellungen keinen Eingang gefunden. So sagt insbesondere Henle (Muskellehre, S. 257), dass der Sartorius „nicht dazu bestimmt sei, bei gestrecktem Knie zu wirken,“ er könne alsdann „nach dem gekrümmten Verlaufe seiner Endsehne nur entweder die Tibia unter dem Schenkelbeine rückwärts ziehen oder sie aufwärts an das Schenkelbein andrücken, bei-

1) Le couturier imprime aux tissus de la moitié interne de la cuisse un mouvement analogue à celui du muscle du fascia lata —“ (Physiologie des mouvements, Paris 1867, pag. 389). Betreffs der physiologischen Bedeutung dieser Wirkungsweise sagt Duchenne (a a O. S. 390): „J'ai dû signaler cette action du couturier sur l'aponévrose femorale; cependant j'avoue n'en pas comprendre encore l'utilité au point de vue physiologique.“

des unmögliche und unnütze Bewegungen." — Contrahirt sich der Sartorius bei gestrecktem Beine, so vermag derselbe auf das Lagenverhältniss der beiden Skeletpunkte, an welchen er entspringt und inserirt, offenbar nur höchst unerheblichen Einfluss auszuüben; die Contraction aber, deren Zustandekommen sich am Lebenden durch Palpation und durch's Auge erkennen lässt, muss unausbleiblich eine Streckung des Muskels und mithin eine Erhebung und laterale Verschiebung der Fascienscheide, und somit des gesammten vorderen Theiles der Fascia lata, zur Folge haben. Spina ilei und Tuberositas tibiae wirken in diesem Falle als Puncta fixa; der mittlere Theil der Fascienscheide als Punctum mobile. Präparirt man den M. sartorius einer kräftigen Leiche in der Art, dass man das vordere Blatt seiner Scheide über den weitaus grössten Theil des Muskels hin abträgt und nur in der Mitte seines Verlaufes, da wo derselbe am meisten nach einwärts gekrümmt ist, eine 3 bis 4 Finger breite Fascienbrücke über ihm stehen lässt, den übrigen Theil der Schenkelfascie aber unverletzt erhält, so erhebt sich der mittlere Theil des Muskels und mit ihm die Fascie, sobald man das obere Ende des Sartorius der Längsachse des Beines entlang nach aufwärts, das untere Ende nach abwärts zieht. Was nun die physiologische Bedeutung dieses Mechanismus anlangt, so erinnere ich, dass in jener zwischen den Adductoren und dem Vastus internus verlaufenden Furche, in welcher die Krümmung des sartorius liegt, die Schenkelgefässe verlaufen, und ich vermuthe, dass die erwähnte Emporhebung der Fascie auf den Venenblutlauf einen erleichternden Einfluss übe.

Kelch beobachtete am mittleren Theile des Sartorius eine mit der Scheide des Muskels verwachsene Inscriptio tendinea — ein Structurverhältniss, welches meiner Ansicht nach den Muskel ganz augenfällig als Tensor fasciae charakterisirt.

Eine ganz ähnliche Wirkung auf die mit ihm verbundene Fascie und eine ähnliche Beziehung zur Blutcirculation hat ohne Zweifel ein anderer, gegen seine Kante gekrümmter Muskel: der Omohyoideus; eine ganz ähnliche Wirkung ein gegen seine Fläche gekrümmter Muskel: das Platysma myoides.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I., Figur 10 und 11.

Fig. 10. Der über den Trochanter gespannte Theil des Tractus ileotibialis fasciae latae.

s a s Spina anterior superior ossis ilei.

s a i Spina anterior inferior.

s l Spina lateralis o. ilei.

c der von den Autoren beschriebene obere Ursprung des Tractus;

d der zur Tibia herabtretende Theil.

f g der tiefe, von der Spina oss. il. inferior kommende Ursprung des Tractus.

e ein von der Spina superior zur tiefen Wurzel des Maissiat-schen Streifens tretendes dünnes Fascienblatt, welches mit f die hintere Wand der Tensorscheide bildet.

Fig. 11. Der tiefe Ursprungsschenkel des Tractus ileotibialis nebst der Tensorscheide.

a b M. tensor fasciae latae, nach Loslösung des vorderen Blattes seiner Scheide (c) querdurchschnitten.

d der zur Tibia führende Theil des Tractus.

e f hintere Wandung der Tensorscheide, auf der Grenze zwischen e und f ergriffen von

g, dem tiefen Ursprungsschenkel des Tractus ileotibialis.

Ueber Partialerregung des Nerven.

Von

HERMANN MUNK.

In meinen Untersuchungen über das Wesen der Nervenerregung, Bd. I. (Leipzig 1868) S. 412 ff., habe ich nachgewiesen, dass die verschiedenen Fasern eines Nerven, der in der gewöhnlichen Weise mit zwei Stellen seines Verlaufes den Elektroden eines constanten Stromes aufgelagert ist, sehr verschieden durchströmt sind. Mit der Entfernung von den Elektroden ändert sich in den Fasern in verwickelter Weise die Zahl der Stromfäden, welche die Faser treffen, die Dichte, welche denselben in der Faser zukommt, die Länge der Strecke, innerhalb welcher die Faser der Axe parallel durchströmt ist, u. s. w. Ja sogar die Richtung des Stromes im Grossen und Ganzen ist in gewisser Hinsicht nicht überall die gleiche, da für die den Elektroden zunächst gelegenen Fasern die extrapolaren Stromzweige in Betracht zu kommen haben, welche den intrapolaren Stromzweigen entgegengesetzt gerichtet sind. Aus dieser Ungleichartigkeit der Durchströmung habe ich dort die Veränderungen abzuleiten vermocht, welche die verschiedenen Nervenfasern in Folge der Anhomogenität des Nerven (des Wechsels von Scheide und Inhalt der Fasern) in ihrem Flüssigkeitsgehalte durch den Strom erfahren; und in voller Uebereinstimmung damit erwiesen sich die Ergebnisse, welche vorher die Untersuchung der Widerstands- und Gestaltsveränderungen des durchströmten Nerven geliefert hatte.

Nichts lag mir aber, als ich im Jahre 1865 zu jener Einsicht gekommen war (s. dies. Archiv 1866, S. 375), näher als die Folgerung, dass die verschiedenartige Durchströmung der verschiedenen Fasern desselben Nerven sich unter Umständen auch kundthun müsste in dem verschiedenen Verhalten der zu den Nervenfasern gehörigen Muskeln. Die in den Jahren 1866 und 1868 ausgeführte Untersuchung erwies denn auch die Richtigkeit der Folgerung. Und es zeigte sich dabei, dass am Ischiadicus des Frosches die Nervenfasern, deren Muskeln Beugung des Fusses und der Zehen herbeiführen, vorzugsweise an der inneren, dagegen die Nervenfasern, deren Muskeln Fuss und Zehen in die Strecklage überführen, vorzugsweise an der äusseren Seite des Nervenstammes gelegen sind.

Man kann das, worauf es hier ankommt, ganz einfach auf folgende Weise sich vorführen. Von einem frischen stromprüfenden Froschschenkel kommen Unterschenkel und Fuss auf eine breite Glasplatte; die Kniegelenkskapsel wird mit Nadeln an einem aufgekitteten Korke befestigt; Fuss und Zehen werden in die halbgebeugte Lage gebracht und in dieselbe Lage nach jeder Zuckung wieder zurückgeführt. Der Ischiadicus wird da, wo der Tibialis und der Peroneus bereits gesondert zu erkennen, aber noch durch Bindegewebe fest verbunden sind, so über die Elektroden des constanten Stromes gebrückt, dass die Nervenäste nicht neben, sondern über einander zu liegen kommen. Liegt nun der Tibialis unmittelbar den Elektroden auf, so tritt bei schwachen Strömen, die nur Schliessungszuckung geben, immer Streckung ein; bei starken Strömen hingegen, die nur Schliessungs- oder Oeffnungszuckung geben, zeigt sich heftige Beugung sowohl bei der Oeffnungszuckung des aufsteigenden, wie bei der Schliessungszuckung des absteigenden Stromes. Das Umgekehrte ist der Fall, wenn der Peroneus den Elektroden zunächst ist: dann zeigt sich Beugung bei jenen schwachen Strömen, Streckung bei diesen starken Strömen. Nimmt man eine tiefere oder eine höhere Strecke des Ischiadicus auf die Elektroden, so bleibt der Erfolg des Versuches derselbe; nur muss man im letzteren Falle, indem man die Theilungsstelle als Anhaltspunkt nimmt, sorgfältig die innere

oder die äussere Seite des Nervenstammes für die Auflagerung auswählen. Legt man endlich die beiden Ischiadici desselben Frosches, den einen mit der inneren, den anderen mit der äusseren Seite auf zwei Elektrodenpaare, so tritt bei den vorgedachten Strömen immer an dem einen Schenkel Beugung ein, wenn an dem anderen Streckung, gleichviel ob die Stromrichtung in beiden Nerven dieselbe oder die entgegengesetzte ist. Man hat dann Erscheinungen vor sich, wie sie einst J. W. Ritter dazu führten, eine Verschiedenheit der Flexoren- und Extensoren-Erregbarkeit zu behaupten.

Bei diesen Angaben kann ich es hier bewenden lassen. Die Erfahrungen, um die es sich handelt, sind für mich ein Hülfsmittel geworden, um festzustellen, durch welche Wirkung des constanten Stromes die Erregung des Nerven gesetzt wird: und in dieser Verbindung werde ich sie an anderer Stelle ausführlicher veröffentlichen. Immerhin bot es an sich Interesse, dass den so viel bemängelten Behauptungen Ritter's doch gewisse richtige und nur falsch gedeutete Beobachtungen zu Grunde lagen; und deshalb habe ich meine Untersuchung im Jahre 1873 der hiesigen Physikalischen Gesellschaft vorgetragen. S. Die Fortschritte der Physik. Dargestellt von der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. 25. Jahrgang. S. XV: „27. Juni 1873. Prof. Dr. Munk. Ueber den Ritter'schen Gegensatz der Beuger und Strecker — und über eine gewisse partiale Erregung des Nerven.“ Dieser 25. Jahrgang ist im Jahre 1873 erschienen.

Am 16. April 1874 hat Hr. A. Rollett der Wiener Akademie Untersuchungen mitgetheilt, nach welchen, auf Grund von Erfahrungen ähnlich den Ritter'schen, den functionell verschiedenen Nervenfasern eine verschiedene Erregbarkeit zukommen soll; es liegen darüber bisher eine kurze Uebersicht und die erste Abtheilung der ausführlichen Abhandlung vor.[1]

---

1) Alexander Rollett. Ueber die verschiedene Erregbarkeit functionell verschiedener Nervmuskel-Apparate. — Anzeiger d. k. Akad. der Wissensch. 1874 (16. April) No. X. — Abh. aus dem 70. Bd. der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. III. Abth. Juni-Heft, Jahrg. 1874. 54 S.

Dagegen hat eine jüngst erschienene Abhandlung von Hrn. Joh. Phil. Bour nach Untersuchungen, die im physiologischen Laboratorium der Würzburger Hochschule angestellt sind, die höhere Erregbarkeit der Beugenerven gegenüber den Strecknerven des Froschschenkels wider Hrn. Rollett bestritten, freilich auch ihrerseits eine verschiedene, nur nicht überall gleichmässig verschiedene Erregbarkeit der Ischiadicus-Fasern zugelassen.[1])

Die letztere Abhandlung, auf welche ich sogleich nach ihrem Eintreffen aufmerksam gemacht wurde, veranlasst mich zu dieser Mittheilung. Denn sie „berührt schliesslich noch eine Erklärung, die man versuchen könnte" (a. a. O. S. 20), eine Erklärung der Ritter'schen Flexoren- und Extensoren-Erscheinungen, welche an die oben dargelegte streift. Die verschiedene Erregbarkeit der verschiedenen Fasergruppen des lebenden Nerven wäre eine der wichtigsten Thatsachen der Nervenphysiologie, und ich habe in den Versuch, dieselbe festzustellen, mit meiner Deutung der Dinge mich nicht einmischen mögen. Aber nach jenem Erklärungsversuche, an welchen Hr. Bour gedacht hat, sehe ich mich genöthigt, durch diese Mittheilung die Selbstständigkeit und die Eigenartigkeit meiner Untersuchungen mir zu wahren.

Wenn übrigens Hr. Bour bei seinen Tibialis- und Peroneus-Versuchen, wie auch bei seinen Versuchen am Ischiadicus-Stamme — der wohl nicht „gedreht", sondern umgelegt wurde — nicht zu besseren Resultaten gekommen ist, so hat das daran gelegen, dass Hr. Bour zur Reizung, wie Hr. Rollett, Inductionsströme benutzte, die hier aus mehreren Gründen ungeeignet sind, und nicht, wie Ritter und ich, den constanten Strom verwandte.

Ich glaube schliesslich auf eine Bedeutung aufmerksam machen zu müssen, welche meine dargelegten Erfahrungen

---

1) Joh. Phil. Bour. Ueber die verschiedene Erregbarkeit functionell verschiedener Nerv-Muskelapparate. Inaug.-Abh. Würzburg 1875. (Sep.-Abdr. aus Fick: Arbeiten a. d. physiol. Labor. d. Würzb. Hochschule.)

für die specielle Nervenphysiologie haben dürften. Häufig ist einem Nerven eine gewisse Function von dem einen Forscher zugeschrieben, von dem anderen Forscher abgesprochen worden; und wiederholt hat die Reizung desselben Nerven mit verschieden starken Strömen entgegengesetzte Erfolge an demselben Organe gegeben. Es hat sich dabei immer um Nerven gehandelt, deren Fasern mehrfache Functionen zukamen, so dass der fraglichen Function nur ein Bruchtheil der Fasern des Nerven dienen konnte. Nichts liegt jetzt näher als die Annahme, dass im ersteren Falle die Lagerung des Nerven auf den Elektroden, im letzteren Falle die Zahl und die Lage der gereizten Fasern des Nerven verschiedene waren. Ich denke, indem ich dieses schreibe, vor Allem an den Vagus, der wohl eine erneute Untersuchung verdiente.

Berlin, den 13. März 1875.

Beiträge zur Physiologie.

Von

Dr. DÖNHOFF.

I. Einfluss der Jahreszeiten auf die Haut der Embryonen.

Die Hasenhaut hat im Sommer nicht allein kürzere und spärlichere Haare, als im Winter, sondern sie ist auch viel dünner. Die Ziege hat im Sommer ein so dünnes Fell, dass der Lohgerber für dasselbe nur die Hälfte des Preises zahlt, den er für ein Winterfell gibt. Die stärkere Behaarung im Winter erhöht den Preis nicht, denn die Haare werden beim Gerben entfernt und weggeworfen: Eine Kuh von 1000 Pfd. hat im Mittel im Winter eine Haut von 70 Pfd., im Sommer von 55 Pfd. Da die Winterhaare ungefähr 2 Pfd., die Sommerhaare 1 Pfd. wiegen, so ist also die Winterhaut an sich 14 Pfund schwerer. Aber auch die Qualität ist im Winter besser. Die Winterhaut quillt im Wasser mehr auf, sie hat, wie der Gerber sich ausdrückt, mehr Leben, 50 Pfd. Winterhaut geben 24 Pfd., 50 Pfd. Sommerhaut geben 22 Pfd. Leder. Die Sommerhaut ist pro Pfund 6 Pfennige billiger.

Interessant und physiologisch höchst räthselhaft ist nun, dass dieselben Einflüsse der Jahreszeit bei den Embryonen statt finden.

Ein im Winter geborenes Kalb kommt mit einem längern und dichtern Pelz zur Welt. Die neugeborenen Kälber der hiesigen Rindviehrace haben ein Mittelgewicht von 48 Pfd. im Winter, wie im Sommer, die Haut wiegt aber im Winter 8 Pfd., im Sommer $6^1/_2$ bis 7 Pfd. Die Haut des im Winter geborenen und am Tage der Geburt geschlachteten Kalbes ist dicker, fester, elastischer, die Sommerhaut ist trockener, die Narbe (Haarseite) bricht eher beim Bearbeiten mit dem Schabeisen. Die Haut des im Winter geborenen, und am Tag der Geburt geschlachteten Kalbes quillt im Wasser mehr auf, und

dasselbe Gewicht Haut gibt mehr Leder. Aehnliche Verhältnisse finden bei den neugeborenen Schafen und Ziegen statt.

Diese Unterschiede in den Häuten der Neugeborenen liegen in verschiedener Lebensweise nicht und Ernährung der Mütter; sie kommen eben so vor bei Jungen von Müttern, die Sommer und Winter auf dem Stall stehen und dasselbe Futter bekommen, wie bei Jungen von Müttern, die im Sommer auf die Weide gehen und im Winter im Stall gehalten werden. Dass die Ernährung nicht Ursache ist, folgt auch daraus, dass die Kälber im Sommer so schwer zur Welt kommen, wie im Winter, nur die Haut ist schwerer und zeigt die für Auge und Gefühl auffallende Differenz.

Die Kälber werden unter allen Verhältnissen im Winter mit einem Winterpelz, im Sommer mit einem leichten Sommerpelz geboren. Zweifelsohne ist der Winterpelz den Jungen auch noch nöthiger, als den erwachsenen Thieren.

II. Coordinationscentra bei der Biene.

Schneidet man den Kopf einer Biene ab, und bringt schnell etwas Honig an den Rüssel, so streckt sich der Rüssel und macht Saugbewegungen. Das Coordinationscentrum für die Saugbewegungen liegt im Kopf.

Trennt man den Leib vom Kopf, so machen die Bienen die instinctmässigen Bewegungen des Blumenstaubsammelns. Legt man den Leib auf den Rücken, so wird der Leib herumgeworfen, so dass er auf die Beine zu stehen kommt. Die Centra für diese Bewegungen liegen im Bruststück.

Schneidet man den Hinterleib ab und drückt denselben, so wird der Stachel vorgestossen und zurückgezogen, wie eine unversehrte Biene dies thut, wenn man sie an irgend einer Körperstelle drückt. Das Centrum für die Stechbewegungen liegt mithin im Hinterleibe. Die Coordinationscentra sind mithin über das ganze Centralnervensystem vertheilt über das Gehirn, über das Bauchmark des Bruststücks und des Hinterleibes.

Ueber den Fortsatz des Seitenhöckers — Processus tuberositatis lateralis — des Metatarsale V. und sein Auftreten als Epiphyse.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel II A.)

Die Mittelhand- und Mittelfussknochen entstehen aus zwei Ossificationspunkten, wovon einer bei allen Knochen in der Mitte ihrer Knorpel und in der ersten Zeit des Embryonallebens, der andere bei dem ersten Mittelhand- oder Mittelfussknochen im knorpligen Carpal- oder Tarsalende, bei den übrigen vier in den knorpligen Digitalenden im Verlaufe des zweiten bis dritten Jahres nach der Geburt auftritt. Alle entstehen somit aus zwei Knochenstücken, wovon eines das Diaphysenstück des Knochens, das andere beim ersten Mittelhand- und Mittelfussknochen das carpale oder tarsale, bei den übrigen das digitale Epiphysenstück repräsentirt. Bei den Mittelhandknochen verschmelzen Diaphyse und Epiphyse im 18.—20., bei dem Mittelfussknochen im 18.—19. Lebensjahre (Cruveilhier, Rambaud et Renault).

J. Cruveilhier[1]) hatte in einigen Fällen in den Mittelhandknorpeln drei Ossificationspunkte, d. i. am ersten Mittelhandknorpel auch im Digitalende und an den übrigen auch im

1) Traité d'anat. descr. 3. Édit. Paris 1851, p. 276.

Carpalende, einen Ossificationspunkt auftreten, also alle Mittelhandknochen ausnahmsweise aus drei Knochenstücken, aus einem Diaphysen- und zwei Epiphysenstücken, entstehen gesehen. In diesen Fällen hatte sich die supernumeräre Epiphyse, d. i. die Digitalepiphyse am ersten Mittelhandknochen und die Carpalepiphyse der übrigen viel frühzeitiger mit der Diaphyse vereinigt, als die gewöhnlichen Epiphysen. Cruveilhier[1]) schien bei mehreren Subjecten auch deren erster Mittelfussknochen im knorpligen Digitalende einen Epiphysen-Ossificationspunkt besessen zu haben. Von etwa ihm zur Beobachtung gekommenen tarsalen Epiphysen an den vier äusseren Mittelfussknochen erwähnt er nichts.

Ich hatte zwar bis jetzt derartige ungewöhnliche Epiphysen, namentlich carpale oder tarsale Epiphysen, welche die ganzen Basalstücke des 2.—5. Mittelhand- oder Mittelfussknochens repräsentirt hätten, nicht angetroffen; wohl aber hatte ich Theile an der Basis dieser Endstücke zweier Mittelhandknochen als Epiphysen, oder sogar besondere articulirende Ossicula auftreten gesehen.

So hatte ich in einem Falle mit elf Handwurzelknochen die dorsale Ecke der ulnaren Crista der Basis des Metacarpale II. als articulirendes und in die Handwurzel als elftes eingereihtes Ossiculum angetroffen.[2]) Ferner hatte ich den griffelförmigen Fortsatz des Metacarpale III. in drei Fällen als Epiphyse und in einer Reihe von Fällen, wovon ich neun derselben schon beschrieben habe, als articulirendes und in die Handwurzel als neuntes eingereihtes Ossiculum beobachtet,[3]) wie wahrscheinlich

1) a. a. O. S.. 337, Note.

2) „Nachträge z. Osteologie d. Hand u. d. Fusses", Art. I. „Beobachtung von 11 Handwurzelknochen an der rechten Hand eines Mannes". — Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersbourg. Tom. XV. Col. 439. Fig. 1. 2. No. 5.

3) Als Epiphyse: Dieses Arch. 1869, S. 361, Taf. X. B. (1. Fall); 1870, S. 297 (2. u. 3. Fall). Als articulirendes Ossiculum: Dieses Arch. 1870, S. 199. Taf. V. C. Fig. 3 (1.—3. Fall); Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersbourg. Tom. XV. Col. 483 (4. u. 5. Fall); daselbst Col. 486. Fig. 1—4 (6. Fall); daselbst Tom. XVII. Col. 399 (7. Fall); dieses Arch. 1873. S. 706 (8. u. 9. Fall).

schon Saltzmann[1]) in einem Falle und sicher auch J. Struthers[2]) in zwei Fällen (an beiden Handwurzeln eines Individuums) vorgekommen war. Die Präparate der von mir beschriebenen zwölf Fälle sind in meiner Sammlung aufbewahrt.

Ich besitze seit längerer Zeit in meiner Sammlung auch ein Metatarsale V. eines Erwachsenen, an dem der Fortsatz seines Seitenhöckers — Processus tuberositatis lateralis — welche beide zusammen gleich sind dem Höcker — Tuberositatis metacarpi quinti auct. — durch eine persistirende Epiphyse vertreten ist.

Bevor ich zur Beschreibung dieses Falles, wie ein ähnlicher in der Literatur, meines Wissens, noch nicht verzeichnet ist, also gekannt zu werden verdient, schreite, erlaube ich mir, über das Basalstück des Metatarsale V. der Norm einige Bemerkungen vorauszuschicken.

Das Basalstück jedes Metatarsale V. weist eine Superficies dorsalis, plantaris, interna und tarsea; einen lateralen Angulus tuberosus und fünf Kanten auf, welche die S. tarsea und interna begrenzen oder von einander scheiden.

Die rauhe Superficies dorsalis hat in einiger Entfernung von der oberen Kante der S. interna gewöhnlich einen kleinen, gern kammartigen, schon etwas auf die Diaphyse sich erstreckenden Höcker — Tuberositas dorsalis — und daneben nach aussen eine seichte und weite, selten tiefe und schmale Furche — Sulcus dorsalis.

Die rauhe S. plantaris besitzt vor der unteren Kante der S. tarsea und unter und neben der unteren Kante der S. interna einen starken Höcker — Tuberositas plantaris —, welcher so stark oder noch stärker als der laterale Höcker sein kann, und daneben nach aussen immer eine tiefe Furche — Sulcus plantaris.

---

1) Decas observ. anat. — Obs. III. Argentorati 1725 (Diss. ab H. A. Nicolai). — A. Haller. Disp. anat. select. — Vol. IV. Goettingae 1751, pag. 691.

2) „Case of the additional bone in the human Corpus." — Journ. of the anat. a. the physiology. Vol. III. Cambridge a London 1869, p. 354.

Die S. interna zeigt an ihrer grösseren oberen Partie oder bisweilen in ihrer ganzen Höhe eine Knorpelfläche, die gern von der Gestalt einer am hinteren Pole bis hinteren Hälfte abgestutzten Ellipse, oder eines Dreieckes, halbovalen und länglichen, vorn schmäleren Viereckes vorkommt, ist unten an der sie begrenzenden Tuberositas plantaris rauh.

Die S. tarsea ist in verschiedenem Grade schräg rück- und lateralwärts abgeschnitten und mit dem schmalen Ende rück-, ab- und lateralwärts gekehrt Sie ist in $^{2}/_{9}$ d. F. durch eine mehr oder weniger tiefe, und in $^{5}/_{9}$ d. F. durch eine mehr oder weniger schwache Furche, also in $^{7}/_{9}$ d. F., in welchen der Sulcus dorsalis und plantaris in einander übergehen, von dem Fortsatze des lateralen Höckers mehr oder weniger scharf abgesetzt. Dieselbe ist eine Knorpelfläche, welche in $^{7}/_{9}$ d. F., wo der Fortsatz abgegrenzt ist, auf der Basis des Knochens allein, in $^{2}/_{9}$ d. F. aber, wo sie sich auf die innere Seite des Fortsatzes des lateralen Höckers verschieden lang, ja in $^{1}/_{22}$—$^{1}/_{21}$ d. F. sogar bis zur Spitze oder ganz nahe derselben fortsetzt, auf der Basis und am Fortsatze zugleich sitzt. Bei den vom genannten Fortsatze abgesetzten Fällen wird sie dreieckig, mit abgerundetem lateralen und abgerundetem oder abgestutztem plantaren Winkel; oder halboval; selten unregelmässig vier- oder fünfseitig angetroffen. Dabei ist nicht selten deren obere Kante, bisweilen die untere ausgebuchtet. Bei den auf den genannten Fortsatz verlängerten Fällen, wobei gern eine ihrer Kanten, oder beide gegen den Fortsatz hin ausgeschnitten sind, kommt sie in $^{2}/_{3}$ d. F. lang-schmal-dreieckig, mit abgerundetem oder abgestutztem lateralen Winkel, in $^{1}/_{3}$ d. F. flaschenförmig vor. Dieselbe ist in $^{1}/_{3}$ d. F. concav, darunter namentlich in den Fällen, in welchen sie auf den Fortsatz sich verlängert; in $^{7}/_{20}$ d. F. convex oder sattelförmig; in $^{1}/_{10}$ d. F. plan und in $^{1}/_{4}$ d. F. mit 2—3 Facetten, namentlich in manchen Fällen ihrer Verlängerung auf den Fortsatz mit einer kleinen, zur übrigen Fläche winklig gestellten concaven lateralen Facette versehen. Ihre Grösse ist variabel. In den Fällen, wo der Fortsatz des lateralen Höckers fehlt oder wenig entwickelt ist, ist sie gleich 10—15 Mill.; in den Fällen, wo sie vom genannten Fortsatz

abgesetzt ist, ist sie gleich 9—17 Mill.; in den Fällen, wo sie sich auf den Fortsatz verlängert, ist sie gleich 13—20 Mill.; in den Fällen endlich, wo sie die Spitze des Fortsatzes erreicht oder fast erreicht, ist sie = 16—22 Mill. lang gefunden worden.

Der laterale Angulus ist immer mit einem starken Höcker — Tuberositas lateralis — behaftet. Der Höcker ist fast immer ($^{72}/_{75}$ d. F.) rückwärts in einen Fortsatz — Processus tuberositatis lateralis — ausgezogen. Mangelt der Fortsatz ($^{1}/_{75}$ d. F.), so erstreckt sich der Höcker nur im Niveau des lateralen Winkels der Basis des Knochens ($^{1}/_{112}$ d. F.) nach rückwärts, oder hört sogar schon vor demselben auf ($^{1}/_{225}$ d. F.). Existirt der Fortsatz, so ist er bald so klein, dass er mit seiner Spitze den lateralen Winkel der Basis nur um ein Geringes überragt; bald aber auch so gross, dass er in den Fällen mit Abgrenzung durch eine nicht tiefe Furche von der Basis des Knochens hinter dieser 8 Mill., in den Fällen mit Abgrenzung durch eine tiefe Furche hinter derselben bis 9 Mill., und in den Fällen ohne Abgrenzung, aber mit Verlängerung der Knorpelfläche auf seine innere Seite bis 12 Mill. hinter der eigentlichen Basis vorstehen kann. Zieht man von der Spitze des Fortsatzes eine Linie quer durch den Tarsus, so liegt dieselbe bei den Fällen mit wenig hervorragendem Fortsatze: 5 — 7 (10) Mill.; bei den Fällen mit Abgrenzung und mehr oder weniger hervorragendem Fortsatze: 8 — 12 Mill., und in den Fällen der Verlängerung der Knorpelfläche auf den Fortsatz: 9—23 Mill. hinter der überknorpelten Kante zwischen der Knorpelfläche der S. tarsea und S. interna des Basalstückes, d. i. hinter dem inneren Rande der Basis.

Der Fortsatz kommt gewöhnlich dreiseitig-pyramidal, bisweilen vierseitig-pyramidal oder kegelförmig, oder schwach hakenförmig nach einwärts gekrümmt vor Er ist an seinem Ende bald stumpf, bald zugespitzt abgerundet. Er weiset 3 bis 4 Flächen, d. i. eine dorsale, plantare und innere (schräg ein- und aufwärts gekehrte, oder diese und noch eine äussere schräg aus- und abwärts gekehrte) auf. Die dorsale, plantare und äussere sind immer und die innere Fläche ist in der Mehrzahl der Fälle rauh. Die innere Fläche kann in der Minderzahl

der Fälle theilweise oder ganz eine Knorpelfläche sein. Die äussere Fläche kommt plan-convex, die dorsale und plantare Fläche aber kommen verschieden stark convex vor. Bald ist die eine (gewöhnlich die plantare) stärker, bald sind beide gleich stark convex. Die innere Fläche ist bald plan, bald schwach convex, bald theilweise oder ganz concav und in diesem Falle überknorpelt (eine Gelenkfläche). Die dorsale, plantare und äussere Fläche können platt oder schwach eingedrückt vorkommen; mit einer deutlichen und selbst tiefen von dem seitlichen Höcker fortgesetzten Rinne ist aber in $^1/_{15}$ d. F. die plantare Fläche versehen. Besitzt der Fortsatz an seiner inneren Fläche theilweise oder ganz eine auf ihn von der Knorpelfläche der S. tarsea des Knochens verlängerte Knorpelfläche, so repräsentirt diese, wegen ihrer Stellung in mehr oder weniger sagittaler Richtung einer schräg aus- und rückwärts verlaufenden Knorpelfläche, eine Facette der letzteren, welche an einer besonderen aus- und vorwärts oder fast auswärts gekehrten Facette des äusseren Feldes der Knorpelfläche der S. metatarsea des Cuboideum articulirt. Der Fortsatz steht daher gewöhnlich allseitig frei hervor, kann aber auch theilweise oder sogar in seiner ganzen Länge am Cuboideum articuliren, und ist in letzteren Fällen an seiner inneren Fläche concav.

Der Fortsatz kommt verschieden (bis 13 Mill. an seiner Basis) dick vor. In schräg verticaler und schräg transversaler Richtung gleich dick tritt er nur in der Minderzahl der Fälle ($^1/_4$); in transversaler Richtung dicker, als in der verticalen selten ($^1/_{20}$ d. F.), und in verticaler Richtung am dicksten gewöhnlich (+ $^2/_3$ d. F.). — Der Fortsatz ist somit in der Regel seitlich (von aussen und unten, nach innen und oben) comprimirt.

Der Fortsatz steht aus- und rückwärts, oder vorzugsweise rück- und weniger auswärts in den Fällen hervor, in welchen er mit dem Cuboideum articulirt, besonders wenn dieses mit seiner ganzen inneren Fläche und bei seinem Auftreten als nach ein- und etwas aufwärts gekrümmter Haken geschieht.

Das Metatarsale V., welches statt des Fortsatzes seines Seitenhöckers — Processus tuberositatis lateralis — an seinem

Basalstücke eine Epiphyse besitzt, ist ein linkes. Nach seiner Länge, die 7·9 Cent. beträgt, nach seiner Stärke und seinem Aussehen, welches keine Spur mehr von der früher dagewesenen und geschiedenen Digitalepiphyse erkennen lässt, musste es einem Erwachsenen wahrscheinlich jüngeren Alters angehört haben. (Fig. 1—4.)

Nach dem Verhalten seines Basalstückes gehört dasselbe zu der oben beschriebenen Sorte der Knochen der Norm, bei welchen die Knorpelfläche der Superficies tarsea der Basis des Knochens auf die innere Fläche eines rückwärts hervorstehenden und leicht hakenförmig einwärts, zum Cuboideum gekrümmten Fortsatzes des Seitenhöckers bis zu oder nahe seiner Spitze sich verlängert und mit dieser Verlängerung, welche die schräge Richtung der S. tarsea der Basis verlässt und die sagittale Fläche des Fortsatzes annimmt, eine zu ihr mehr oder weniger deutlich, selbst winklig geknickte, supernumeräre Facette erhält. Diese Facette articulirt mit einer überzähligen Facette am lateralen Ende des ungewöhnlich verlängerten Feldes der Knorpelfläche der S. metatarsea des Cuboideum für das Metatarsale V. Obige Knorpelfläche besitzt auch wegen ihrer Einschnürung am Uebergange auf den Fortsatz, in Folge des Vorkommens des Sulcus dorsalis und plantaris, welche Ausbuchtungen ihrer dorsalen und plantaren Kante bedingen, eine flaschenförmige Gestalt.

Das Basalstück ohne die Epiphyse (Fig. 3) sieht so aus, wie ein solches mit Mangel des Fortsatzes an seinem Seitenhöcker (c), welcher dann vor oder im Niveau des lateralen Endes seiner Basis endet, nur mit dem Unterschiede, dass das hintere Ende des Höckers, statt von einer Schicht compacter Knochensubstanz bedeckt zu sein, mit einer unebenen, durchlöcherten Epiphysen-Verbindungsfläche (e) versehen ist.

Wie am Basalstücke des Knochens der Norm, sind eine schwache, kammartige Tuberositas dorsalis (a), eine T. plantaris (b) und T. lateralis (c), ein Sulcus dorsalis und plantaris zu unterscheiden. Die Knorpelfläche an der S. interna (f) ist länglich vierseitig oder elliptisch mit hinterem abgestutzten Pole, concav und schräg von rück- nach vor- und aufwärts ge-

stellt. Die S. tarsea ist an ihren inneren zwei Dritteln eine Knorpelfläche (d), an dem äusseren Drittel eine Synchondrosenfläche (e) zur Verbindung mit der Epiphyse. Die Knorpelfläche ist unregelmässig vierseitig, sattelförmig und facettirt, von einer Sförmig verlaufenden dorsalen und plantaren, einer inneren concaven und einer äusseren convexen Kante begrenzt. Sie ist schräg von ein- nach aus- und rückwärts und so gestellt, dass ihre äussere Kante 8 Mill. weiter nach rückwärts steht, als die innere. Die Epiphysen-Verbindungsfläche an der Tuberositas lateralis ist uneben, durchlöchert, halbmondförmig, aussen convex, innen schwach concav. Dieselbe steht quer zur Axe des Knochens, ist in verticaler Richtung breiter als in transversaler.

Die Epiphyse (B) steht gerade nach rückwärts hervor, liegt fast parallel der Axe des Knochens, bildet somit mit der schräg lateral- und rückwärts abgeschnittenen Basis des Knochens einen einwärts offenen stumpfen, 4—5 Mm. tiefen und 18—20 Mm. weiten Winkel.

Dieselbe hat die Gestalt einer seitlich, plantarwärts mehr als dorsalwärts, comprimirten, an der Spitze stumpfen und abgerundeten vierseitigen Pyramide, oder eines halbirten, an seinen Seiten comprimirten Kegels. Ihre nach vorwärts gekehrte Basis weiset eine, wie am hinteren Pole des Seitenhöckers des Knochens beschaffene halbmondförmige Fläche (δ) zur Verbindung mit diesem durch Synchondrose auf. Ihre rauhe Spitze ist abgerundet. Von den vier Seitenflächen ist die äussere die grösste, die plantare die schmalste; die äussere plan-convex, die dorsale und die plantare convex und die innere concav; die äussere, die dorsale und plantare rauh, die innere aber eine Knorpelfläche (γ). Letztere hat eine halbmondförmige Gestalt und ist in verticaler Richtung grösser als in sagittaler. Dieselbe ist von der Spitze zur Basis bis 1 Cent. lang; an letzterer in verticaler Richtung 1·2 Cent., in transversaler Richtung an derselben dorsalwärts 8 Mm., plantarwärts 4 Mm. und an der Spitze 6 Mm. dick.

Die halbmondförmige concave Gelenkfläche (γ) an der inneren Seite der Epiphyse ist aber analog der concaven Gelenk-

fläche am Fortsatze des Seitenhöckers des Knochens der Norm, welche dieser in den oben erwähnten Fällen der Verlängerung der Gelenkfläche an der S. tarsea des Knochens auf ihn als deren Facette trägt, und bildet auch in der That gemeinschaftlich mit der Gelenkfläche an der Basis des Knochens eine Gelenkfläche von ähnlich flaschenförmiger Gestalt (Fig. 2), wie in manchen Fällen der Verlängerung der Gelenkfläche der S. tarsea auf den Fortsatz des Seitenhöckers des Knochens der Norm. — Wie der Fortsatz des Seitenhöckers des Knochens der Norm, wenn er eine Facette von Seite der Gelenkfläche seiner S. tarsea besitzt, an einer supernumerären Facette des äusseren Feldes der S. metatarsea des Cuboideum articulirt; eben so musste auch die Gelenkfläche der Epiphyse an der gleichen aber gerade auswärts gerichteten Facette des Cuboideum articulirt haben.

Wegen Abganges jedes Zeichens von Fractur ist eine Verwechselung etwa mit einem Fragmente unzulässig. — Der vorliegende Fall thut dar, dass der Fortsatz des Seitenhöckers, des Metatarsale V. ausnahmsweise eben so als Epiphyse auftreten, also von einem besonderen Ossificationspunkte aus sich entwickeln könne, wie der griffelförmige Fortsatz des Metacarpale III; oder eine Ecke des ulnaren Kammes der Basis des Metacarpale II.[1]); dass somit der Vorgang der Ossification auch des Metatarsale V, wie der genannten Metacarpalia, nicht immer derselbe sei.

Der Fall erinnert auch an den anomalen Fortsatz am Höcker des Naviculare tarsi[2]) und am Höcker des Multangulum majus carpi[3]), welche ich als Epiphysen angetroffen habe. Dass eine solche Epiphyse am Metatarsale V. durch Entwickelung eines

---

1) a. a. O.

2) „Ueber den Fortsatz des Höckers des Kahnbeines der Fusswurzel — Processus tuberositatis navicularis — und dessen Auftreten als Epiphyse oder als besonderes articulirendes Knöchelchen." — Dieses Arch. 1871, S. 281. Taf. VIII A.

3) „Ueber den Fortsatz des Höckers des grossen vielwinkligen Beines — Processus tuberositatis multanguli majoris — und dessen Auftreten als Epiphyse." — Dieses Arch. 1874.

Gelenkes in der Synchondrose, zwischen ihr und dem Seitenhöcker des Knochens, als ein besonderes Ossiculum, welches vorwärts mit dem Metatarsale V. und rück- und seitwärts mit dem Cuboideum articuliren und dadurch als supernumeräres Ossiculum in den Tarsus sich reihen würde, auftreten könnte, ist nicht unmöglich. Für diese Vermuthung spricht das Vorkommen der den griffelförmigen Fortsatz des Metacarpale III, die dorsale Ecke des ulnaren Kammes des Metacarpale II, den anomalen Fortsatz des Höckers des Naviculare tarsi vertretenden Epiphyse als besonderes articulirendes Knöchelchen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

Linkes Metatarsale V. eines Erwachsenen mit einer den Fortsatz des Seitenhöckers vertretenden Epiphyse. (Ansicht von der Superficies dorsalis und dem Angulus lateralis.)

Fig. 2.

Dasselbe. (Ansicht von der S. interna.

Fig. 3 u. 4.

Basis desselben, bei seitwärts umgelegter Epiphyse. (Ansicht der Basis von vorn, bei vertical aufgestelltem und mit S. dorsalis vorwärts gekehrtem Knochen; der Epiphyse von der S. interna und der Basis derselben.)

Bezeichnung für alle Figuren:

A. Das Metatarsale bis zur Epiphyse.
B. Die Epiphyse.

a. Tuberositas dorsalis
b. „ plantaris
c. „ lateralis
d. Knorpelfläche der S. tarsea
e. Synchondrosenfläche an der Tuberositas lateralis derselben
f. Knorpelfläche der S. interna

(a.–f.) des Basalstückes.

α. Superficies dorsalis β. „ externa γ. „ interna mit einer Knorpelfläche δ. Basis mit der Synchondrosenfläche	der Epiphyse.

Institut für die praktische Anatomie
in St. Petersburg, $\frac{1.}{13.}$ Januar 1875.

Ueber den Fortsatz des Höckers des grossen vielwinkligen Beines — Processus tuberositatis multanguli majoris — und dessen Auftreten als Epiphyse.

(Ein neuer Beitrag zu den secundären Handwurzelknochen.)

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel II. B.)

Nach A. Beclard[1]), J. Fr. Meckel[2]), J. Cruveilhier[3]), J. Quain[4]) u. A. entwickelt sich jeder der Handwurzelknochen aus nur einem Ossificationspunkte. Nach A. Rambaud und Ch. Renault[5]) aber entwickelt sich das Naviculare aus zwei, einander sehr genäherten Ossificationspunkten und scheint der Hamulus des knorpligen Hamatum unabhängig von dem centralen Ossificationspunkte zu ossificiren, entstehen nur die

1) Mem. sur l'osteose. — Nouv. jour. de med., chir., pharm. etc. Tom. IV. Fevrier 1819 pag. 115. (J. Fr. Meckel's deutsch. Arch. f. d. Physiologie. Bd. 6. Halle 1820. S. 440.)

2) Handb. der menschl. Anatomie. Bd. 2. Halle und Berlin 1816. S. 213—221.

3) Traité d'anat. descr. 3 Édit. Tom. I. Paris 1851 pag. 271.

4) Elements of anatomy. Vol. I. London 1856 (6 Edit) pag. 133. 1867 (7 Edit.) pag. 92—93.

5) Origine et développement des os. Paris 1867. 8°. p. 212.

übrigen Handwurzelknochen aus je einem Ossificationspunkte. Nach Serres[1]) entwickelt sich auch das Lunatum aus zwei und das Naviculare sogar aus drei Ossificationspuncten. Nach Rambaud und Renault[2]) haben die Handwurzelknochen keine Epiphysen.

Von den Handwurzelknochen des Menschen sind ausnahmsweise in besondere Stücke (secundäre Handwurzelknochen)[3]) getheilt oder getheilt gewesen, angetroffen worden: Naviculare, Lunatum, Triquetrum, Capitatum und selbst Multangulum minus, falls es einen anomalen Fortsatz aufwirft.

Das Naviculare in zwei secundäre Navicularia (N. secundarium radiale et ulnare) getheilt verblieben, oder ursprünglich getheilt gewesen, habe ich in 4 Fällen beobachtet.[3])

Das Lunatum in zwei secundäre Lunata getheilt, hat zuerst R. W. Smith[4]) in einem Falle gesehen, dann habe ich es in 2 Fällen und zwar in ein grosses L. secundarium dorsale und in ein ganz kleines L. s. volare getheilt oder getheilt gewesen angetroffen. Das Lunatum secundarium volare meiner Fälle nahm die Stelle der stumpfen unteren volaren Ecke des Knochens der Norm ein, hatte das Aussehen einer Epiphyse unter der Gestalt des Viertelsegmentes eines kleinen ovalen Körpers. Die Synchondrose zwischen den Lunata secundaria, oder zwischen dem Lunatum und seiner Epiphyse, hatte sich in einem der Fälle in eine Gelenkkapsel umgebildet, und war in dem anderen Falle verknöchert.[5])

Das Triquetrum, wahrscheinlich in zwei secundäre Trique-

---

1) Bei Rambaud et Renault pag. 213.

2) a. a. O. pag. 213.

3) Siehe dieses Arch. 1866 S. 565 Taf. XVI; 1870 S. 490 Taf. XII. B. Fig. 1. 2. 3. Ferner: Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. Tom XV. Col. 448. Fig. 5 et 6; Tom. XVIII. Col. 133. Fig. 1—4.

4) Treatise on fractures and dislocations. Dublin 1847 pag. 252. (Bei Humphry. -- A Treatise on the human skeleton. London 1858. 8°. pag. 397. Not. 2).

5) Dieses Arch. 1870. S. 493. Taf. XII. B. Fig. 4. 5; Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg Tom. XV. Col. 449. Fig. 7.

tra (T. secundarium dorsale et volare) ursprünglich getheilt gewesen, ist mir in einem Falle zur Beobachtung gekommen.[1])

Das Capitatum sogar in drei secundäre Capitata (C. secundarium superius, radiale et ulnare) getheilt, welche nicht nur mit den angrenzenden Knochen, sondern auch unter einander auf die vollständigste Art und Weise articulirten, ist mir in einem Falle mit 11 Handwurzelknochen vorgekommen.[2])

Das Multangulum minus endlich, wenn es zur Substitution des mangelnden Processus styloideus des Metacarpale III. einen anomalen Fortsatz aufweist, habe ich in einem Falle in zwei secundäre Stücke d. i. in das Stück, welches dem Knochen der Norm und in das Stück, welches seinem anomalen Fortsatze entspringt, zerfallen beobachtet.[3])

Daraus kann geschlossen werden, dass der Vorgang der Ossification der für das Naviculare, Lunatum, Triquetrum, Multangulum minus (mit einem anomalen Fortsatze) und Capitatum präformirten Handwurzelknorpel nicht immer derselbe sei, dass ausnahmsweise die ersteren drei und auch das vierte aus zwei und das fünfte letztere sogar von drei Kernen aus ossificiren und das Lunatum und das Multangulum minus in der That eine Epiphyse besitzen können.

Zu diesen fünf, — in zehn Fällen (in einem Falle Smith und in neun Fällen mir) in zwei bis drei secundäre Knochen getheilt oder getheilt gewesen, — zur Beobachtung gekommenen Handwurzelknochen kann ich noch einen sechsten Handwurzelknochen d. i. das Multangulum majus hinzufügen, welches ich in zwei secundäre Stücke getheilt angetroffen hatte.

Den Höcker des Multangulum majus repräsentirt ein Kamm, welcher in der ganzen Höhe des Radialrandes der Superficies volaris des Knochens hervorragt, schräg einwärts herabsteigt,

---

1) Dieses Arch. 1870. S. 494. Taf. XII. B. Fig 6, 7.

2) „Beobachtung von 11 Handwurzelknochen an der rechten Hand eines Mannes (Unicum)" im Aufsatze „Zur Osteologie der Hand und des Fusses" — Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. Tom XV. Col. 435—444. Fig. 1, 12.

3) Dieses Arch. 1869, S. 342. Taf. IX.

zur radialen Begrenzung des Sulcus für die Sehne des Musculus radialis internus, zum Ansatze für Bänder und zum Ursprunge für Muskel dient, und die Eminentia carpi radialis inferior darstellt. Derselbe kommt bald unter der Form des Segmentes einer dicken kreisförmigen oder ovalen Platte, oder des Viertelsegmentes eines runden oder ovalen Körpers; bald als regelmässig-vierseitiger (parallelographischer) oder unregelmässig-vierseitiger, abgerundeter langer Wulst vor. Er ist an seiner Radialseite gewöhnlich in verticaler und sagittaler Richtung convex und immer rauh, an seiner Ulnarseite concav oder doch plan, am freien Rande abgerundet, oder bisweilen schwach ausgebuchtet, und ebenfalls immer rauh. Er ragt bald gleichmässig weit hervor, bald nimmt er von oben nach unten an Höhe zu oder ab. Er ist bald gleichmässig dick, bald nicht; und im letzten Falle nimmt er gewöhnlich von oben nach unten ab, von unten nach oben an Dicke zu. Er nimmt in der Regel gegen seinen freien Rand an Dicke ab, ist in sagittaler Richtung häufiger etwas dicker als in transversaler, kann in beiden Richtungen gleich dick oder in transversaler Richtung dicker als in sagittaler vorkommen. An beiden Enden oder an einem derselben ist er abgerundet. Bisweilen an beiden Enden, oft an dem unteren Ende schwillt er zu einem Knötchen an. Das untere Knötchen sitzt vor der volaren Radialecke der Superficies digitalis, davon bald durch eine Furche geschieden bald nicht. Dieses Knötchen am unteren Ende kann in Ausnahmsfällen in einen Fortsatz — Processus tuberositatis ossis multanguli majoris — verschiedener Länge ausgezogen sein, welcher wie ein Haken bis vor die Basis des Metacarpale I. herabreichen kann.

Dieser Fortsatz aber ist es, welcher zeitlebens als ein besonderes Stück des Multangulum majus fortbestehen, eine persistirende Epiphyse derselben, oder, möglicher Weise, ein an dem Höcker desselben articulirendes Knöchelchen darstellen kann, wie aus folgenden Fällen hervorgeht:

Erster Fall. (Fig. 1. — 4.)

Vorgekommen an dem Skelete eines Mannes vorgerückten Alters.

Der Höcker des Multangulum majus der linken Handwurzel (Fig. 3, 4 a.) ist abwärts in einen Fortsatz (β) ausgezogen und dadurch ausnahmsweise ein hakenförmiger. Er besteht somit aus einem grossen, oberen Körper (α), welcher analog ist dem Höcker der gewöhnlichen Fälle und aus einem ungewöhnlichen Fortsatze (β). Der Körper des hakenförmigen Höckers hat die Gestalt des Viertelsegmentes eines ovalen Körpers, welches 12 Mill. lang und 4 Mill. in transversaler und sagittaler Richtung dick ist. Der Fortsatz ist durch eine Ausbuchtung vorn und durch eine sehr seichte Einschnürung an den anderen Seiten von dem Höcker, an dessen unterem Drittel und vor seinem unteren Pole er aufsitzt, abgegrenzt, durch eine 6 Mill. transversal lange, 3 Mill. sagittal breite und 1 Mill. vertical tiefe Furche von der volaren Radialecke der Superficies digitalis des Knochens geschieden. Er ist von der Axe des Höckers volarwärts allmählich so abgebogen, dass seine Spitze bis zu einer Distanz von 5 Mill. von dem Körper des Knochens sich entfernt. Derselbe ist stumpf kegelförmig, seitlich etwas comprimirt, an seiner Spitze abgerundet. Er ist 5—6 Mill. lang, an seiner Basis in sagittaler Richtung 5 Mill., in transversaler 4 Mill., an seiner Spitze in sagittaler Richtung 4 Mill. und in transversaler 3 Mill. dick. Er reicht vor die Volarseite der Basis des Metacarpale I. und zwar bis zu einer Stelle, 4—5 Mill. unter der Articulatio carpo-metacarpea I, herab und steht daselbst mit seiner Spitze etwa 3 Mill. vom Metacarpale I. ab.

Der ganze hakenförmige Höcker des linken Multangulum majus stellt einen länglich-vierseitigen, S förmig gekrümmten Wulst von 14—15 Mill. Länge dar, welcher oben mit seinem Körper angewachsen, unten mit seinem Fortsatze, mit einem Haken, allseitig frei hervorsteht.

Der hakenförmige Höcker des Multangulum majus der rechten Handwurzel (Fig. 1., 2. a.) hat, statt des Fortsatzes an dem Höcker des Knochens der linken Handwurzel, eine Epiphyse (γ) aufsitzen. Er besteht somit aus dem eigentlichen Höcker (γ) und aus der, statt eines Fortsatzes, anhaftenden Ephyse (γ). Der Höcker hat die Gestalt des Viertelsegmentes eines ovalen Körpers. Er ist 12 Mill. lang, 5 Mill. in sagitta-

ler Richtung und 5 Mill. oben und 7 Mill. unten in transversaler Richtung dick. Er nimmt somit von oben nach unten wenigstens in transversaler Richtung an Dicke zu; ist stärker als der ihr entsprechende Körper des hakenförmigen Höckers des linken Multangulum majus. An etwas mehr als dem unteren Pole, besitzt er eine dreieckige, unebene, rauhe Grube, welche in verticaler Richtung convex, in sagittaler concav ist, den spitzen Winkel radialwärts und die beiden anderen ulnarwärts gekehrt hat, 5 Mill. in verticaler Richtung und 7 Mill. in transversaler breit ist. Diese Grube, welche an derselben Stelle liegt, an der von dem Höcker des linken Multangulum majus dessen Fortsatz abgeht, dient zum Sitze der Epiphyse. Zwischen dem unteren Pole des Höckers und dem volaren Radialwinkel der S. digitalis des Knochens findet sich eine ähnliche Furche wie am linken Multangulum majus.

Die Epiphyse hat ihren Sitz vor und unter dem unteren Pole des Höckers, steht auf ähnliche Weise wie der Fortsatz des Höckers des linken Multangulum majus abwärts frei bis vor die Basis des Metacarpale I. hervor. Sie hat die Gestalt eines abgerundeten Tetraïdes. Sie weist eine obere, eine äussere (radiale), eine innere (ulnare) und eine untere Fläche auf. Die erstere ist eine Verbindungsfläche, die übrigen sind freie Flächen. Die Spitze ist abgerundet. Dieselbe ist 6 Mill. lang und an ihrer Basis in transversaler Richtung 7 Mill, und in sagittaler 5 Mill. dick. Ihre Verbindung mit dem Höcker muss durch Synchondrose vermittelt gewesen sein, deren vertrockneter Rest dieselbe auch noch am macerirten Knochen bewerkstelligt.

Der ganze hakenförmige Höcker des rechten Multangulum majus hat eine ähnliche Gestalt wie derselbe des linken Knochens, ist aber grösser als der des letzteren. Seine Länge beträgt 16 Mm.

Zweiter Fall. (Fig. 5.)

An dem linken Multangulum majus eines anderen Skelets ist der Höcker (*a*) desselben 12 Mm. lang, oben 3 Mm., unten 6 Mm. in transversaler Richtung und bis 5 Mm. in sagittaler

Richtung dick. Am vorderen Umfange der untern Hälfte ist ein beträchtlich tiefer Ausschnitt, auf dessen Grunde eine gleichschenklig-dreieckige, unebene, durchlöcherte, aber glatte Grube zu sehen ist, vorhanden. (δ.)

Da Zeichen von geheilter Fractur fehlen, wohl aber Aehnlichkeiten des Ausschnittes mit der Stelle an dem Höcker des Knochens mit Vorkommen der Epiphyse zu derem Sitze existiren, so kann vermuthet werden, dass auch an diesem Multangulum majus wenigstens die Epiphyse, wenn nicht sogar ein articulirendes Ossiculum bestanden habe, aber bei der Maceration in Verlust gerathen sei.

Das Multangulum majus kann somit an seinem Höcker — Tuberositas — einen Fortsatz — Processus tuberositatis multanguli majoris — aufweisen. Dieser Fortsatz kann als zeitlebens persistirende Epiphyse des Höckers — Epiphysis tuberositatis multanguli majoris — bestimmt und, wie zwar noch nicht nachgewiesen aber doch zu vermuthen ist, vielleicht auch als besonderes Ossiculum vorkommen. Es scheint daher wenigstens der Knorpel des mit einem anomalen Fortsatze an seinem Höcker behafteten Multangulum majus von zwei Ossificationspunkten aus zu verknöchern, wovon der supernumeräre in dem Fortsatze des Knorpels auftritt. Fliessen diese Ossificationspunkte nicht zusammen, so veranlassen sie das in zwei Stücke zerfallene, beschriebene Multangulum majus mit einem anomalen Fortsatze an seinem Höcker. Letzeres aber erinnert an das Multangulum minus mit einem anomalen Fortsatze[1]) und besonders an das Naviculare tarsi mit einem anomalen Fortsatze an seinem Höcker[2]), bei welchem Knochen gleichfalls ein anomaler Fortsatz als abgesondertes Stück — Epiphyse oder articulirendes Ossiculum — mir zur Beobachtung gekommen war.

---

1) a. a. O.

2) W. Gruber. Ueber den Fortsatz des Höckers des Kahnbeines der Fusswurzel — Processus tuberositatis navicularis — und dessen Auftreten als Epiphyse oder als besonderes articulirendes Knöchelchen." — Dieses Arch. 1871. S. 28. Tafel VIII. A. —

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1.

Rechtes Os multangulum majus von dem Skelete eines Mannes mit einer Epiphyse an seinem Höcker. (Ansicht bei der Lage auf der Superficies dorsalis von der S. radialis aus und von oben her).

Fig. 2.

Dasselbe. (Ansicht bei der Lage auf der S. dorsalis von der S. brachialis und S. ulnaris aus).

Fig. 3.

Linkes Os multangulum majus mit einem Fortsatze an seinem Höcker von demselben Skelete. (Ansicht wie bei Fig. 1.)

Fig 4.

Dasselbe. (Ansicht wie bei Fig. 2).

Fig. 5.

Linkes Os multangulum majus von einem anderen Skelete, mit Defect einer Partie seines Höckers, als Zeichen einer da gewesenen, aber in Verlust gerathenen Epiphyse. (Ansicht der S. volaris bei der Lage auf der S. dorsalis und aufwärts gekehrter S. radialis.)

Bezeichnung für alle Figuren.

a. Höcker des Os multangulum majus.
b. Sulcus des Os multangulum majus.

α. Körper
β. Fortsatz
γ. Epiphyse
δ. Ausschnitt mit Grube zum Sitze der Epiphyse
} des Höckers.

Institut für die praktische Anatomie.
St. Petersburg 24. Dec. 1874. 5. Januar 1875.



Die Schläfenlinien des menschlichen Schädels.

Von

Dr. med. H. von Ihering.

Hierzu Tafel III.

Die Anregung zu der vorliegenden Arbeit gab Hyrtl's[1]) Abhandlung über die Schläfenlinien am Schädel des Menschen. Obwohl nun meine eigenen Untersuchungen die Angaben Hyrtl's im Ganzen bestätigen, so schien es doch bei der Wichtigkeit, welche dieser Gegenstand für die beschreibende Craniologie besitzt, wünschenswerth die angeregte Frage theils an einem weiteren Materiale namentlich auch exotischer Raceschädel zu prüfen, theils dieselben zu ergänzen durch eingehende Untersuchung einer Reihe von Punkten, die von Hyrtl nicht berücksichtigt worden, und endlich weitere und entscheidende Anhaltspunkte zu liefern für die Deutung und Erklärung jeder der beiden in Rede stehenden Linien.

Die Hyrtl'sche Lehre ist im wesentlichen folgende: Bei

---

1) J. Hyrtl. Die doppelten Schläfenlinien der Menschenschädel und ihr Verhältniss zur Form der Hirnschale. Wien 1871. (Separatabdruck a. d. XXXII. Bd. der Denkschriften der mathemat.-naturw. Classe der k. Akademie d. Wissenschaften in Wien. S. 36—50.

den meisten Schädeln finden sich in der Schläfengegend nicht eine, sondern zwei Linien, von denen bald die eine, bald die andere, meistens aber die obere[1]) stärker entwickelt ist. Nach vorne nähern sich beide und gehen in die Crista frontalis externa[2]) über. Von vorne nach hinten entfernen sich beide Linien immer mehr von einander, ein sichelförmiges Zwischenfeld begrenzend, und schliesslich tritt die Linea semicircularis inferior auf die Schuppe des Schläfenbeines, wo sie ohne Grenze mit der Wurzel des Jochbogens verschmilzt. Dagegen zieht die Linea semicircularis superior in mehr oder weniger gerader Richtung weiter nach hinten gegen die Lambdanath, welche sie in vielen Fällen erreicht. Bezüglich der Ausbildung beider Linien unterscheidet Hyrtl vier Fälle, von denen die Coëxistenz beider Linien weitaus der häufigste ist. Selten fehlen beide, oder ist die Linea semicircularis superior bei fehlender inferior ausgebildet, in sehr wenigen Fällen endlich existirt nur die letztere. Die Bedeutung jeder der beiden Linien wird weiter unten eingehender erörtert werden.

Was nun zunächst die Ausbildung beider Linien betrifft, so finde ich an Schädeln, deren Oberfläche nicht etwa durch langes Liegen in der Erde u. s. w. glanzlos und rauh geworden, fast stets beide Linien entwickelt, wenn auch oft nicht in der ganzen Länge. Namentlich ist die obere Schläfenlinie öfters in ihrem Laufe stellenweise unterbrochen. In manchen Fällen ist letztere in Form eines dicken, breiten, wie aufgegossen erscheinenden Knochenwulstes entwickelt, in vielen Fällen jedoch wird es schwer deutlich die Grenzen der oberen Schläfenlinie, namentlich nach unten hin anzugeben.

Es befindet sich dann über der Linea semicircularis inferior, und wenigstens im Anfange mehr oder weniger parallel mit ihr ein verschieden weit nach oben hinaufreichendes glattes, glänzendes Feld, welches sich nach aufwärts stets mit deutlicher Grenze gegen die rauhe, glanzlose Schädeloberfläche absetzt. Gerade diese obere Begrenzungslinie ist es, welche dann als Linea semicircularis superior bezeichnet wird.

1) Mir selbst scheint der umgekehrte Fall der häufigere.

2) Crista temporalis nach Hyrtl a. a. O. S. 7.

Wo beide Schläfenlinien auch in ihrem vorderen Theile gut ausgeprägt sind, sollen sie nach Hyrtl's Angabe in der Crista frontalis externa zusammentreten, resp. sich in den Processus zygomaticus des Stirnbeines fortsetzen. Nach meinen Erfahrungen muss ich jedoch dieses Vorkommen als das seltenere bezeichnen, da in denjenigen Fällen, in welchen die obere Schläfenlinie auch in ihrem vorderen Theile deutlich ausgebildet ist, sie meistens von der Linea semicircularis inferior unabhängig, über derselben ihren Ursprung nimmt.

In Bezug auf die verschiedenen Geschlechter und Racen finden sich keine constanten Unterschiede in der Ausbildung beider Linien. Im allgemeinen finde ich die obere Schläfenlinie bei den Kirgisen, Kalmücken u. a. sehr schwach entwickelt, jedoch fehlt es weder hier noch bei den anderen Stämmen an Ausnahmen, so dass es scheint, dass die Unterschiede, welche sich in dieser Hinsicht finden, mehr individueller und zufälliger, wie nationeller Art, seien.[1])

Wichtige Unterschiede jedoch finden sich je nach den verschiedenen Lebensaltern. Weder am Schädel des Foetus noch an demjenigen des Neugeborenen — und zwar demjenigen des Deutschen eben sowohl wie dem des Negers — ist eine der beiden Schläfenlinien auch nur angedeutet.[2]) Ja selbst am

1) Auch am Neanderthal-Schädel sind beide Linien jederseits, besonders aber recht , deutlich ausgeprägt. Es ist das leicht auch in guten Gypsabgüssen sichtbar. Leider findet sich über diesen Punkt keine nähere Mittheilung in der neuesten und sorgfältigsten Beschreibung, welche Virchow von diesem Schädel in der Zeitschrift für Ethnologie — Jahrg. 1872, Heft V. S. 157 – 165 — gegeben hat. Offenbar war ihm zu jener Zeit der Inhalt der Hyrtl'schen Arbeit noch nicht bekannt.

2) Ich befinde mich hier im Widerspruch mit Hyrtl, welcher beide Schläfenlinien schon am Schädel des Fötus vom sechsten Monate erkennen zu können vermeint. Ich glaube durch hinreichende Beobachtungen berechtigt zu sein, dieser Angabe zu widersprechen. Bezüglich der Hyrtl'schen Abbildungen bemerke ich nur noch, dass, was an Fig. 5, Taf. III. als Anfang der Linea semicircularis erscheinen könnte, der Rest einer Naht ist, die sich an jedem fötalen Schädel findet.

kindlichen Schädel ist vor Beendigung der ersten Dentition durchaus nichts von ihnen zu erkennen.

Am Schädel des Neugeborenen ist der Processus zygomaticus des Stirnbeines noch sehr wenig entwickelt, und eine Crista frontalis externa fehlt durchaus.[1]) Erst allmählich bilden sich letztere beiden Theile deutlicher aus, und im Zusammenhange damit entsteht zuerst die untere, und erst wenn diese schon deutlich ausgebildet ist, zuletzt auch die obere Schläfenlinie.

Leider fehlt es mir an hinreichend vollständigem Materiale, um die Zeitpunkte dieser einzelnen Entwickelungsstufen gegen einander sicher genug feststellen zu können, es lässt sich jedoch erwarten, dass auf diesem Wege sich neue, werthvolle Anhaltspunkte für die Altersbestimmung des kindlichen Schädels werden gewinnen lassen.

Was nun die Deutung der beiden Schläfenlinien anbelangt, so ist ganz unzweifelhaft die Ansicht Hyrtl's die richtige, wonach nur die untere von ihnen die Ursprungsgrenze für den Temporalmuskel bildet. Hyrtl führt für diese Behauptung an, dass der Schläfenmuskel, wenn er von der Linea semicircularis superior entspringen sollte, in vielen Fällen eine so enorme Ausdehnung haben müsste, wie sie in Wahrheit noch nie beobachtet worden, dass es ferner eine ungeheuere Kraftvergeudung sein würde, wenn dieser Muskel in grossem Bogen um die Schädelwölbung sich herumlagere. Endlich könne man sich auch experimentell von der Richtigkeit dieser Ansicht überzeugen, wenn man die Grenzen des präparirten Schläfenmuskels durch Pfriemenstiche in die Schädeloberfläche markire. Untersuche man dann später den macerirten Schädel, so finde man die Stiche nicht in der Linea semicircularis superior, sondern in der inferior. Unglücklicherweise ist letztere an dem solcher-

---

1) Ein ganz analoges Verhalten bieten die anthropoiden Affen. Nach Bischoff (U. d. Verschiedenheiten in der Schädelbildung des Gorilla, Chimpansé und Orang-Utang. München 1867 S. 69) findet sich an dem jugendlichen noch mit dem Milchgebiss versehenen Schädel des Gorilla und Chimpansé „eine Linea temporalis semicircularis kaum angedeutet."

maassen präparirten und in Fig. 5 Taf. I. von Hyrtl abgebildeten Schädel nicht ausgebildet. Dagegen kann die einzige an diesem Schädel entwickelte Schläfenlinie nur die obere sein, während die Linie, welche durch die Pfriemenstiche gebildet wird, entschieden der Gegend entspricht, in welcher sich gewöhnlich die Linea semicircularis inferior befindet. Eine sichere Bestätigung dieser Annahme scheinen mir Schädel zu liefern, in welchen die untere Schläfenlinie in Form einer starken Crista entwickelt ist, welche continuirlich von dem Processus zygomaticus des Stirnbeines bis in den Jochbogen sich verfolgen lässt. So befindet sich z. B. an dem Schädel eines in der Göttinger anthropologischen Sammlung befindlichen Paumotuaners, von welchem in Fig. 1 eine Abbildung gegeben ist, an Stelle der Linea semicircularis inferior eine bis 1 Cm. breite und 4 Mm. hohe Crista, deren oberer rauher Rand etwas nach innen umgebogen ist. Diese besonders auf dem Schläfenbeine stark entwickelte Crista geht ohne Grenze einerseits in den Jochbogen, andererseits in die Linea semicircularis inferior über.

Es ist nun in diesem Falle ganz undenkbar, dass Bündel des Schläfenmuskels von der auch hier entwickelten Linea semicircularis superior ihren Ursprung genommen haben sollten, da sie alsdann über jene unregelmässige rauhe Kante hätten laufen müssen, diese Annahme aber allen anatomischen Begriffen zuwider wäre.

Im Gegentheile ist eine solche mächtig entwickelte Crista ein Beweis für eine besonders starke Muskelwirkung, welche gerade hier ihren Angriffspunkt besessen. Diese Anschauung erscheint dadurch noch mehr gesichert, dass auch die übrigen Muskelfortsätze u. s. w., wie namentlich die Lineae nuchae an diesem Schädel auffallend kräftig entwickelt sind.

Es ist leicht noch viele ähnliche Beispiele zu finden, in welchen das Planum temporale in seiner ganzen Ausdehnung von der unteren Schläfenlinie begrenzt wird, fast an allen Schädeln aber findet sich der untere Theil dieser Linie gut ausgebildet. Es ist dies ein meist wulstiger, in der Richtung jener Linie verlaufender Höcker, der nahe der Grenze zwischen War-

zen- und Schuppentheile des Schläfenbeines hinzieht, und den Uebergang der Linea semicircularis inferior in den Jochbogen vermittelt. Von ihm aus lässt sich sehr oft die untere Schläfenlinie aufwärts verfolgen. Ganz besonders deutlich und stark ist derselbe bei den meisten Malayen-Stämmen entwickelt, so dass er sicher längst eines besonderen Namens gewürdigt worden wäre, wenn die descriptive Anatomie nicht ausschliesslich die Schädel der Mittelländer berücksichtigt hätte, an welchen er zwar ebenfalls vorhanden und beschrieben ist, jedoch gegenüber der Ausbildung, welche er meistens in jener Race hat, sehr zurücktritt.

Kann es nach allen diesen Argumenten wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die Linea semicircularis inferior die Grenzlinie für den Ursprung des Schläfenmuskels bildet, so fragt es sich, welche Bedeutung denn wohl der oberen Schläfenlinie zukomme. Wer Hyrtl's im übrigen so werthvolle Arbeit mit Aufmerksamkeit durchgelesen, wird sich nicht verhehlen können, dass die Beantwortung gerade dieser Frage die am wenigsten befriedigende Partie ist. Die Linea semicircularis superior ist nach seiner Ansicht ausser aller Beziehung zum Schläfenmuskel, und stellt nur die Grenze dar zwischen Schädeldach und seitlicher Schädelwand. In vielen Fällen, namentlich bei den Schädeln der Sandwichs-Insulaner, Neu-Seeländer, Chinesen u. a. habe der Schädelcontour in der Hinterhauptsansicht (Norma occipitalis) eine eckige, und zwar eine pentagonale Form. „Nimmt man nun die pentagonalen Schädel heraus und blickt auf ihre Seitengegend, so wird man jederzeit eine gut entwickelte Linea semicircularis superior als Grenze zwischen der Parietal- und Temporalregion der Kopfseiten vorfinden, mit oder ohne inferior.[1])

Allein abgesehen davon, dass diese winkelige Umbiegung durchaus nicht stets genau mit der oberen Schläfenlinie zusammenfällt, so giebt Hyrtl auch selbt zu, es sei deshalb „nicht gesagt, dass markirte Lineae semicirculares superiores nur an eckigen Hirnschädeln zu finden seien."

1) a. a. O. S. 9.

Die engen Beziehungen, welche Hyrtl zwischen der Schädelform und der Ausbildung der oberen Schläfenlinie finden will bestehen daher in Wahrheit nicht. Selbst innerhalb derselben Race ist die Lage der Linea semicircularis superior beträchtlichen Schwankungen unterworfen, keineswegs aber steht dieselbe in irgend einer constanten Beziehung zur Architektonik des Schädels. Wo daher wirklich jene Knickung mit der oberen Schläfenlinie zusammenfällt, ist diese Combination eine zufällige.

Ein weiterer Punkt, in welchem sich Differenzen ergaben mit Hyrt's Darstellung, betrifft die Sutura parietalis. Unter jenem Namen versteht man bekanntlich jene seltenen abnormen Nähte, welche, durch das Scheitelbein ziehend, dieses in zwei Theile zerlegen. Nach Hyrtl's Ansicht soll nun diese Naht in der Richtung der Linea semicircularis superior verlaufen. Abgesehen von einigen fötalen Schädeln, an welchen die Verhältnisse weniger klar liegen, stützt er sich hierbei namentlich auf den Schädel eines erwachsenen Mannes, an welchem die obere Schläfenlinie nur in ihrem vorderen und hinteren Abschnitte ausgebildet ist, während im mittleren Theile auf den Scheitelbeinen die Sutura parietalis in derselben Richtung verläuft. Allein wenn hier wirklich die Sutura parietalis an die Stelle der Linea semicircularis superior getreten wäre, so müsste sie in ihrer ganzen Länge jene vertreten, oder doch aufhören, wo dieselbe wieder auftritt. Keines von beiden ist jedoch der Fall. Vielmehr biegt die Naht an der Stelle, wo die obere Schläfenlinie wieder erscheint[1]) nach oben ab und endigt in der Lambdanaht. Dieses Verhalten zeigt unzweifelhaft, dass es sich hier nur um eine zufällige Complication handelt; es beweisst weiter nichts, als dass die Schläfenlinie da nicht ausgebildet sein kann, wo sich schon eine Sutur befindet. Dazu noch ist dies nur ein einzelner Fall, während an anderen Schädeln die abnorme Naht viel tiefer unten, parallel mit der Sutura squamosa verläuft, sodass ein schmaler zwischen Scheitelbein und Schläfenschuppe gelegener Knochen entsteht, der sogar unterhalb der Linea semicircularis inferior liegt.[1])

1) So, wenn ich nicht irre, auch in einem, wahrscheinlich noch nicht beschriebenen Falle, der sich im zoologischen Museum zu Leipzig befindet.

Welche Bedeutung kommt aber denn in Wahrheit der oberen Schläfenlinie zu? Es scheint fast nur die Annahme übrig zu bleiben, dass es sich um einen Sehnenansatz und zwar von der Schläfenfascie handele. Während die Bündel des Schläfenmuskels sich an die Linea semicircularis inferior ansetzen, wird die Fascia temporalis wenigstens zum Theil von der oberen Schläfenlinie entspringen. Leider steht mir nicht das Material zu Gebote, um durch eine grössere Reihe von sorgsamen Untersuchungen der Schläfenfascie die Frage selbst entscheiden zu können. Es ist aber leicht ersichtlich, dass bei den grossen Schwankungen, denen das Verhalten der beiden Linien ausgesetzt ist, eine einzelne Untersuchung die Frage nicht erledigt. Sollten aber auch gegen Erwarten solche Untersuchungen jene Vermuthung nicht bestätigen, so würde die obige Auffassung doch nur wenig zu modificiren sein. Es könnte dann nämlich nur die Annahme übrig bleiben, dass die obere Linie jetzt keine praktische Bedeutung mehr hat, sondern dass sie das Verhalten noch andeutet, welches bei unseren Vorfahren statthatte, und welches sich noch heute bei den anthropoiden Affen findet. Bischoff bemerkt in dieser Hinsicht bezüglich des Gorilla[1]): „Dagegen fehlt diese Crista sagittalis „bei den Weibchen, auch den ältesten und stärksten immer. Es finden sich nur zwei von den äusseren Winkeln der starken Arcus supraorbitales ausgehende Linien, welche auf dem Scheitel, entsprechend der Sutura sagittalis, zusammenstossen, aber keine Crista bilden Zu ihren beiden Seiten verlaufen zwei rauhe Linien, die Ansatzstellen des Musculus temporalis, während jene der Fascia temporalis entsprechen.“

Bischoff hat hier, wie sich aus dem Inhalte des angeführten Satzes ergiebt, schon bevor Hyrtl die beiden Schläfenlinien am menschlichen Schädel beschrieben, beide Linien am Schädel der anthropoiden Affen nicht nur erkannt und abgebildet, sondern auch nach ihrer Bedeutung richtig verstanden. Später, gleichzeitig mit Hyrtl, hat auch R. Hartmann[2]) die

1) A. a. O S. 36.

2) Robert Hartmann: „Beiträge zur zoologischen und zootomischen Kenntniss der s. g. anthropomorphen Affen,“ in Reichert's und

beiden Linien unterschieden und ihr Verhalten bei den verschiedenen Geschlechtern verfolgt. Auch Hartmann betrachtet (S. 478) die Linea semicircularis inferior als die Ursprungslinie des Schläfenmuskels, dagegen verweist er bezüglich der Deutung der oberen Schläfenlinie auf den leider noch nicht erschienenen Theil seiner Arbeit. Es liegt indessen kein Grund vor, die Richtigkeit von Bischoff's Angabe zu bezweifeln, wonach nur die untere der beiden Schläfenlinien dem Muskel, die obere aber der Fascie zum Ursprunge dienen soll.[1] Aller Wahrscheinlichkeit nach ist die Bedeutung der beiden Linien am menschlichen Schädel die gleiche. Wie dem aber auch sein mag, so viel ist sicher, dass die beiden Schläfenlinien des menschlichen Schädels den beiden Schläfenlinien der anthropomorphen Affen genau entsprechen. Was die Deutung der Schläfenlinien anbelangt, so ist dieselbe bezüglich der unteren Linie bei Affen und Menschen die gleiche. Die obere Schläfenlinie des menschlichen Schädels aber dient entweder noch, wie bei den anthropomorphen Affen, Fasern der Schläfenfascie zum Ursprunge, oder diese Verwendung ist hinweggefallen, während die Linie selbst, nach Art rudimentärer Organe, sich noch erhalten hat. Letzteres wird um so wahrscheinlicher, als ja überhaupt der ganze Kauapparat des Menschen sehr zurücktritt gegen die mächtige Entwickelung, welche derselbe bei jenen Affen aufweist.

Bei dieser Gelegenheit ist es wohl gestattet, ein wenig von dem eigentlichen Thema abzuschweifen. Die angedeutete Reduction des menschlichen Gebisses gegenüber dem gewaltigen Kauapparate der anthropomorphen Affen legte mir den Gedanken nahe, nachzusehen, ob nicht zwischen den höherstehenden, civilisirten menschlichen Racen und den tiefer stehenden, pro-

---

du Bois-Reymond's Archiv für Anatomie und Physiologie. Jahrgang 1872. S. 141 und 475 ff. Hyrtl's „Linea semicircularis superior" ist Hartmann's „Crista sagittalis" und Hyrtl's „Linea semicircularis inferior" ist Hartmann's „Linea semicircularis."

1) Natürlich gilt dies nur von dem ♀ und jugendlichen Schädel, während bei den Schädeln der erwachsenen ♂ Thiere die beiden Linien an der Bildung der mächtigen Crista sagittalis Theil nehmen.

gnathen Stämmen in dieser Hinsicht sich ähnliche Unterschiede aussprächen, wie zwischen den Affen und Menschen. Ich untersuchte daher an einer grösseren Anzahl menschlicher Racenschädel die Grösse des Planum temporale. Ich maass dabei in der Projection (an der geometrischen Zeichnung) die Länge und Höhe des Planum — d. h. also des von der unteren Schläfenlinie umschlossenen Raumes — und verglich sie mit der Gesammtausdehnung des Schädels. Die berechneten Zahlen indessen ergaben kein brauchbares Resultat. Möglich wäre es immerhin, dass die Unvollkommenheit der Methode hieran Schuld gewesen, da eigentlich offenbar die Flächenausdehnung des gesammten Planum verglichen werden müsste mit derjenigen der betreffenden Schädelhälfte. Indessen machte es bei unbefangener Betrachtung einer Anzahl von Schädel verschiedener Raçen doch vielmehr den Eindruck, dass sich in der Ausdehnung des Planum nicht charakteristische und constante, sondern individuelle und zufällige Unterschiede ausprägen.

Die wesentlichsten Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen, welche der Uebersichtlichkeit wegen hier folgen, lauten:

1) An den meisten Schädeln finden sich in der Schläfengegend jederseits zwei Linien.

2) Beide stehen in causaler Beziehung zum Schläfenmuskel.

3) Die untere Schläfenlinie entspricht dem Ansatze des Schläfenmuskels,

4) Die obere steht in Beziehung zur Fascia temporalis.

5) Bezüglich der verschiedenen Racen und Geschlechter ergeben sich im Verhalten beider Linien keine constanten Unterschiede.

6) Am Schädel des Fötus und des neugebornen Kindes ist keine der beiden Linien auch nur in Spuren vorhanden

7) Weder die Sutura parietalis noch die winklige Umbiegung der Schädeloberfläche (pentagonaler Occipital-Contour) steht in einer constanten oder

causalen Beziehung zur Linea semicircularis superior.

8) Die Schläfenlinien des menschlichen Schädels entsprechen genau denen am Schädel der anthropomorphen Affen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I. (Nr. 352). Schädel eines Paumotu-Insulaners, an welchem der untere Theil der Linea semicircularis inferior als eine mächtige Crista entwickelt ist.

Fig. II. (Nr. 403). Schädel eines Jazygen (Ungarn), dessen obere Schläfenlinie als ein 12 Mm. breiter, gewölbter Streifen erscheint.

Beide Schädel befinden sich in der Göttinger anthropologischen Sammlung. Die nach der Photographie gefertigten Zeichnungen sind in ½ natürlicher Grösse ausgeführt.

Die Analogien zum Dulong-Petit'schen Gesetz bei Thieren.

Studien über thierische Wärme.

(Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.)

Von

Dr. ALBERT ADAMKIEWICZ.

Hierzu Tafel IV.

Die Aeusserungen der lebenden Materie, so weit sie nicht Functionen der Seele sind, lassen sich auf Bewegung der Atome zurückführen.[1] Bewegung aber ist der lebende Ausdruck der Kraft. Und weil Kraft nichts Selbständiges ist, sondern nur die Abstraction einer Eigenschaft der Materie oder materiell vorgestellter Molekel, und weil es ferner keine specifisch organische oder Lebenskraft giebt; so müssen die bezeichneten Lebensäusserungen als materielle Bewegungsvorgänge angesehen werden.

Solche Vorgänge sind nur durch mechanische Analyse zu ergründen. Auch die Lebensvorgänge sind daher nur durch sie in ihre Grundsätze zu spalten. Während nun die Kraftäusserungen der anorganischen Körper dieser Analyse im Allgemeinen leicht zugänglich und daher durch sie scharf in ihre Allgemeinsätze zu zerlegen sind, zeigen sich die Vorgänge der

---

1) Emil du Bois-Reymond: Ueber die Grenzen des Naturerkennens. Leipzig 1872.

organischen Natur dem gegenüber durch jene Analyse nur schwer angreifbar. Deshalb sind in ihr die Gebiete nur spärlich, in denen es gelungen ist, Vorgänge auf die einfache Formel zurückzuführen.

Giebt es demnach einen Unterschied zwischen der Kraftäusserung der organischen und der der unorganischen Welt, so kann es nur der eben genannte sein. Aber es ist kein fundamentaler: denn er beruht ja nur darauf, dass dieselben Aeusserungen des Stoffes, welche in der anorganischen Welt einfach und meist uncomplicirt zur Erscheinung kommen, in den mannichfaltigsten, tiefsten und verborgensten Complicationen als einfache Lebensäusserungen der organischen Natur auftreten. Daher kommt es, dass diese Complicationen zuweilen durch die gleichzeitige Wirkung vieler einander modificirender Gesetze mit gewissen Effecten organischer Materien Gesetzesäusserungen verknüpfen, die selbst in scheinbarem Gegensatze stehen können zu ähnlichen, die von anorganischen Stoffen producirt werden.

Nichts kann diesen Satz besser illustriren, als das Verhalten der Wärme in einem arbeitenden Muskel und in einer arbeitenden Maschine. Je mehr an Arbeit die geheizte Maschine leistet, desto geringer bleibt der Rest von Wärme, die sie ausstrahlt. Im arbeitenden Muskel steigt mit der Arbeit auch die Wärmebildung in gleichem Verhältniss.[1])

So wenig nun dieser scheinbare Antagonismus in einer Differenz zwischen der organischen und der anorganischen „Kraft" seine Ursache hat, so wenig darf man hoffen, ihn auf andere Weise zu lösen, als dadurch, dass man auch den complicirten organischen Vorgang, wo es geht, auf die einfachen Grundsätze der Anorganismen zurückführt. Wo es der Forschung gelungen ist, diese Aufgabe durchzuführen, da sind die Schleier von den Mysterien der dunkel waltenden „Lebenskraft" schnell gewichen. In den Gebieten der physiologischen Optik und Akustik ist es die Zahl gewesen, welche die Macht dieser Göttin

---

1) Heidenhain: Mechanische Leistung, Wärmeentwickelung und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit. Leipzig 1864.

gebrochen hat. — Und der denkende Chemiker hat nachgewiesen, dass die chemisch-vegetativen Processe im thierischen Organismus keinen anderen Gesetzen unterliegen, als denen, die auch den Vorgang bei seinen künstlichen Analysen und Synthesen beherrschen.

Die Durchführung dieser exacten Methode in allen ihr zugänglichen Gebieten der physiologischen Forschung wird daher das Endziel derselben sein. Sie ist der Weg, den zu betreten durch That und Wort die Meister dieses Faches lehren.

Aber die Wissenschaft ist von diesem Endziel noch weit entfernt. „Denn die unermessliche Verwickelung der Lebensvorgänge", um mit Emil du Bois-Reymond[1]) zu sprechen, „die Schwierigkeiten, welche aus der Natur der organischen Theile für jeden Versuch einer strengen Bestimmung erwachsen, setzen jener Methode eine vor der Hand durch die Natur der Dinge eng gesteckte und nicht sobald zu überspringende Schranke."

Nirgends fühlen wir diese Schranke mehr, als bei Forschungen im Gebiete der thierischen Wärme. — Nur wenig Gesetze hat die Physiologie aufzuweisen, welche der physikalischen Natur dieser Materie entsprächen. — Aber die Zahl der Verwickelungen in den Lebensvorgängen ist auch kaum in irgend einem Gebiete derselben eine grössere, als in dem der thierischen Wärmeprocesse. Es hiesse deshalb, diese Thatsache verkennen, wollte man dieselben rein auf die Formel zurückführen.

Hier muss die „mechanische" Analyse zunächst zu einer Analyse der „organischen" Complicationen führen und den natürlichsten Weg darstellen zur Erkenntniss ihres Wesens, ihres Charakters und dadurch endlich auch ihrer Elemente.

Vorliegende Studien stellen sich deshalb die Aufgabe, inductiv die Analogien festzustellen, welche der thierische Körper zum Dulong-Petit'schen Gesetz liefert.

---

1) Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. S. XXXV. Berlin 1848.

Der Untersuchung erwuchs so ein doppeltes Ziel:

1) die Einflüsse der Umgebungstemperaturen und der Körpergrösse auf die Eigenwärme der Thiere zu ergründen und vorher
2) die Einwirkung der Versuchsbedingungen auf den physiologischen Wärmehaushalt derselben zu controliren und dessen Effect dem ihrer physikalischen Abhängigkeit gegenüberzustellen.

Methode.

Als Hilfsmittel zur Lösung dieser Aufgaben dienten Wärmemessungen mit regulirten, in Zehntelgrade Cels. getheilten, von Dr. Geissler in Bonn und Geissler in Berlin höchst genau gearbeiteten Normalthermometern, die zum Theil — nach Art der von Heidenhain [1]) beschriebenen Thermometer — eine über 15 Cm. lange Spindel erhielten, damit sie sich zur Einführung in die Körpermitte bei mittelgrossen Versuchsthieren eigneten.

Gemessen wurde in der Tiefe des Abdomen. Bei denjenigen Bestimmungen, bei welchen es sich um die Ermittelung des allgemeinen Temperaturverhaltens der Thiere handelte, galt als maassgebend für die Lage des Thermometers stets diejenige Stelle, an welcher dasselbe bei radialer Verschiebung längs des Rectum den höchsten Stand einnahm (Rosenthal's Kern[2]). Hier wurde es vor jedem Lagewechsel sorgfältig geschützt und während der Dauer des ganzen, Stundenlang dauernden Versuches ununterbrochen beobachtet. Erforderten die Temperaturbestimmungen Messungen in verschiedenen Tiefen des Rectums, so wurde die Lage der Thermometer im Verlauf desselben eben so fixirt[3]). Nur so konnten die Messungen sich frei von Versuchsfehlern halten, die ohne jene Cautelen sich nothwendig aus der durchaus richtig beobachteten Thatsache hätten ergeben müssen, dass die Tempera-

1) Pflüger's Archiv f. d. ges. Phys. Bd. III. S. 506. Bonn 1870.

2) Zur Kenntniss der Wärmeregulirung bei den warmblütigen Thieren. S. 5 u. 6. Erlangen 1872.

3) S. 52.

turen im Verlaufe des Rectum ausserordentlich wechseln [1]) Andererseits konnte es auch nur einem solchen Verfahren vorbehalten sein, die Gründe dieser Temperaturschwankungen und deren Gesetzmässigkeit zu ermitteln.

Wo die Temperaturen nur im „Kern“ gemessen wurden, da sollten sie gewissermaassen als Repräsentanten der Gesammtkörperwärme dienen. Wie weit sie diese Bedeutung in Wahrheit verdienen, und welchen Rückschluss ihre Schwankungen auf Temperaturveränderungen anderer Körperzonen gestatten, — das werden spätere Abschnitte darzuthun versuchen.

I. Wärmeinconstanz des Warmblüters.

A. Der physiologische Temperaturabfall.

Jede Wärmebestimmung erforderte einen Eingriff in das physiologische Normalbefinden der Versuchsthiere, — deren Freiheitsverlust. Es ergab sich daher als erste Aufgabe, den Einfluss zu prüfen, den diese Anomalie auf die Wärmeoekonomie des lebenden Thieres auszuüben im Stande ist.

Dass geringe Eingriffe, schon das Anlegen von Fesseln, genügen, bei Thieren Wärmeverlust zu erzeugen, haben die Beobachtungen vielfach gelehrt [2]). Form und Charakter desselben sind indessen bisher nicht näher bestimmt worden. Horvath [3]), der Einzige, der die Ursachen dieses Temperaturabfalles experimentell festzustellen versucht hat, erklärt ihn als die Folge der temperaturherabsetzenden Wirkung der durch Fesseln erzeugten Reizung sensibler Nerven, nicht als die der durch sie erzwungenen Ruhe.

---

1) Heidenhain: a. a. O. S 533 Anmerk.
Rosenthal: a. a. O.

2) Wiener akad. Berichte, math.-naturwissenschftl. Klasse. II. Abthl. LX. S. 697 ff.
Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1870. S. 546.
Virchow's Archiv f. path. Anat. u. Physiol. u. s. w. Bd. LII Hft. II.
Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. IV. Bd. S. 399.

3) Centralblatt f. d. medic. Wissenschaften. 1870. S. 546.

Deshalb wurde es nothwendig, die „Ruhe", gewissermaassen das physiologische Resultat des Freiheitsverlustes, in ihrer Wirkung auf den Wärmehaushalt des lebenden Thieres einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen.

Sie in möglichst reiner und einfacher Form darzustellen, diente jener eigenthümlich hilflose Zustand, dem in letzter Zeit besonders Czermak[1]) seine Aufmerksamkeit geschenkt und den er als eine Art Hypnotismus bezeichnet hat. Kaninchen liessen sich besonders leicht in diesen Zustand versetzen und gestatteten so, demselben auch eine praktische Seite abzugewinnen. Wenn auch die an diesen kleinen Thieren gewonnenen Resultate gewisser Reductionen bedürfen, um Allgemeingiltigkeit zu beanspruchen; — so dürften doch gegen diese relative Allgemeingiltigkeit der Ergebnisse eben so wenig Gründe anzuführen sein, als es Anhaltspunkte für die Annahme giebt, dass die Natur die Principien ihrer Oekonomie mit der Grösse ihrer Geschöpfe zu variiren pflegt. Das absprechende Urtheil, das die Zweckmässigkeit dieser Thiere für Wärmebestimmungen von manchen Seiten[2]) erfahren hat, scheint eine derartige Annahme fast in sich zu schliessen. Und doch gründet sich dasselbe nur auf die Beobachtung einer gewissen Wärmelabilität jener Thiere, die doch nicht als ein Zeichen ungesetzmässiger Schutzlosigkeit, sondern grosser, eben kleinen Geschöpfen eigenen Empfindlichkeit gegen Temperatureinflüsse aufgefasst werden darf. Gerade diese Empfindlichkeit verleiht den kleinen Thieren den Werth feiner Reagentien für diese Einflüsse. Und wo es sich, wie bei den vorliegenden Untersuchungen, nur um die Wirkungsart derselben handelt, da bieten gerade sie als Versuchsobjecte dieselben Vortheile dar, welche mit dem

---

1) Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. VII. Bd. S. 107.
2) Medic. Jahrb. 1871. S. 67.
Albert u. Stricker: Unterscheidungen über d. Wundfieber.
Wunderlich: Das Verhalten der Eigenwärme in Krankh. Leipzig 1870. S. 128.
Centralblatt f. d. medic. Wissenschaften. 1870. S. 128.
Riegel: Ueber den Einfl. des Curare auf d. Körpertemperatur.

Gebrauch empfindlicher Registrirapparate bei der Beurtheilung subtiler Bewegungsmodi verknüpft sind.

Eine Kappe, die den Thieren über den Kopf gestülpt wurde, genügte, sie in jenen Ruheznstand zu versetzen. — Gewöhnlich wurden einfache Dolabratouren einer dünnen Gazebinde mit den gewöhnlichen Renversés in mehreren Lagen um Kopf und Vorderextremitäten so gelegt, dass diese, gerade nach vorn gestreckt, jenem dicht anlagen, während Rumpf und Hinterextremitäten von Bindenlagen frei blieben. — Waren die ersten widerstrebenden Bewegungen des Thieres überwunden worden, so reichte es aus, die Schwere der Hand auf ihm ruhen zu lassen, um es für Stunden fast vollkommen bewegungslos zu erhalten. — Es machte fast den Eindruck, als ob das Thier unter dem Einfluss einer Kraft sich fühlte, deren Ueberlegenheit es kannte, und als ob es gegen dieselbe anzukämpfen nicht wagte, wie im Voraus der Erfolglosigkeit seiner Bemühungen gewiss. — Dieser eigenthümliche Zustand, dem durchaus nichts Mystisches anhaftet, ist sicher nur ein Ausdruck des durch den künstlichen Verschluss der Augen herbeigeführten Orientirungsmangels des Thieres. — Es ist kaum mehr als ein Zeichen der Unfähigkeit intellectuell niedrig stehender Thiere, unter ungewohnten Verhältnissen über ihre Kräfte zweckmässig zu disponiren, zumal sie selbst unter normalen Bedingungen den gewohnten Anregungen meist instinctiv, also mehr reflectorisch zu folgen pflegen. Fast liegt hierfür der Beweis schon darin, dass alle plötzlich und heftig auftretenden Eindrücke, die also Reflexe auszulösen besonders geeignet sind, die Thiere aus ihrem „hypnotischen“ Zustand augenblicklich erwecken und der Ruhe, wie dem eingeführten Thermometer gefährlich werden [1]).

1. Temperaturabfall „hypnotischer“ Thiere.

Wärmemessungen, die an „hypnotischen“ Thieren in gewöhnlicher Zimmertemperatur von 15 bis 17·5° Cels. angestellt worden sind, haben übereinstimmend ergeben, dass bereits einfache Ruhe Wärmeverlust erzeugt.

---

1) Vergl. Preyer: Ueber die Wirkung der Angst bei Thieren. — Centralblatt f. d. medic. Wissenschftn. 1873. No. 12.

Messungen an Kaninchen. — Körpergewicht derselben 920—1300 Gramm.

1)		15·2° C.	2)		15° C.	3)		15·6° C.	4)		17·5° C.	5)		15° C.	6)		15° C.
Zeit.		Körpertemperat.	Zeit.		Körpertemperat.	Zeit.		Körpertemperat.	Zeit.		Körpertemperat.	Zeit.		Körpertemperat.	Zeit.		Körpertemperat.
Std.	Min.		Std.	Min.		Std.	Min.		Std.	Min.		Std.	Min.		Std.	Min.	
10	44	39° C.	10	28	39·6° C.	10	12	39·3° C.	9	31·5	38·5° C.	11	8	39·45° C.	3	44·5	39·2° C.
—	51	38·5 —	—	30	39·4 —	—	13	39·2 —	—	56·5	38·1 —	—	11·5	39·3 —	—	50	39·0 —
11	—	38·1 —	—	33	39·0 —	—	14	39·1 —	10	5·5	38·0 —	—	15	39·2 —	4	21	38·5 —
—	7	38·0 —	—	41	38·5 —	—	19	39·0 —	—	20	37·9 —	—	18	39·1 —	—	46	38·0 —
—	15	37·9 —	—	59·5	38·0 —	—	23	38·9 —	—	32·5	37·8 —	—	20	39·0 —	—	55	38·0 —
—	21	37·8 —	11	5·5	37·9 —	—	28·5	38·8 —	—	40	37·8 —	—	22	38·9 —	5	1	38·0 —
—	31	37·7 —	—	15	37·9 —	—	29	38·7 —	—	47	37·9 —	—	28	38·8 —	—	12·6	37·8 —
—	45	37·6 —	—	20	37·9 —	—	34	38·6 —	11	15	38·0 —	—	34	38·7 —	—	18·5	37·7 —
—	47	37·75—	—	23·5	37·8 —	—	39	38·5 —	—	20	38·1 —	—	37	38·6 —	—	23	37·6 —
12	—	37·6 —	—	27·5	37·7 —	—	47	38·3 —	—	23	38·2 —	—	39	38·5 —	—	25·5	37·5 —
—	7	37·9 —	—	32	37·6 —	11	8	38·1 —	—	29	38·3 —	12	4	38·0 —	—	32	37·5 —
—	10	38·1 —	—	39	38.0 —	—	18·5	38·0 —	—	32·5	38·4 —	—	13	37·5 —	—	34	37·6 —
—	15	37·9 —	—	43	37·9 —	—	48·5	37·9 —	—	45	38·3 —	—	18·5	37·0 —	—	43	37·7 —
—	19	37·8 —	—	55	37·9 —	—	54	37·8 —	—	50	38·3 —	—	20	36·9 —	—	50	37·75—
			—	59	37·92—	12	11·5	37·6 —	12	—	38·3 —	—	24	36·8 —	—	52	37·7 —
					37·8 —	—	20	37·7 —	—	10	38·2 —	—	26	36·7 —	—	55	37·8 —
							21	37·8 —	—	20	38·2 —	—	34	36·7 —	—	57	37·9 —
												—	36	36·8 —	6	—	38·0 —
												—	39	36·7 —			

Die Körpertemperatur sinkt vom Beginn der Ruhe continuirlich bis zu einer gewissen Grenze, die die Minimale heissen mag. Auf dieser hält sie sich bald kürzer, bald länger auf beständiger Höhe und beginnt dann in wellenförmigen Curven auf- und abzuschwanken, die mit wechselnder Grösse über und unter das Niveau der Minimalen fallen. — Die ganze Abkühlung verräth den Charakter einer tieferen Einstellung der Körperwärme auf die der Ruhe entsprechende Höhe. — Die Schwankungen, die sich an den continuirlichen Temperaturabfall anreihen, würden dann als der Ausdruck der gewissermaassen in labilem Gleichgewicht befindlichen Temperaturconstante der Ruhe, die selbst über der Minimalen liegt, angesehen werden dürfen. Sie entstehen durch Interferenzen der beiden Factoren, welche auf die Temperaturconstanz hinwirken, der Wärmeproduction und der Wärmeabgabe, und lehren, wie wenig sich dieselben genau genommen bei voller „Temperaturconstanz“ in jedem Augenblick ganz und vollständig compensiren. — Mit Recht hat deshalb schon Bergmann[1]) aus theoretischen Gründen geschlossen, dass die wärmeregulirende Haut in beständiger Thätigkeit sein müsse, um den Wärmeverlust des Körpers in das richtige Verhältniss zu denjenigen Bedingungen zu setzen, von welchen die thierische Wärme beherrscht wird.

Je günstiger die Bedingungen sind, die der Thierkörper für Aenderungen seiner Eigenwärme bietet, d. h. je geringer seine Körpergrösse ist, desto deutlicher tritt jener zeitliche Compensationsmangel hervor. Daher kommt es, dass bei sehr kleinen Thieren schon der primäre Abfall bis zur Minimalen nicht in einer continuirlich absteigenden Curve, sondern unter Schwankungen erfolgt, während bei grossen Thieren dieselben auch nach der Minimalen in den Hintergrund treten und die Curve der Constanten mehr einer geraden ebenen Linie nähern[2]).

---

1) Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. II. S. 272. Braunschweig 1844.

2) Vergl. die Curven der Maus und des Hundes auf Seite 101.

So wenig nun die Bedingungen stets die gleichen sind, die jedes Versuchsthier bietet, so wenig wird man erwarten können, dass an der eben geschilderten Temperaturcurve mehr als die Form beständig sei. — Die Form der Curve stellt nur das allgemeingiltige Grundgesetz dar, dem jedes Individuum seine specielle Gestalt giebt. Diese resultirt aus denjenigen Grössen, welche die Grenzen und den Gang der Curve bestimmen. Und wie dieselben unter scheinbar gleichen Verhältnissen variiren, mögen folgende, den vorausgehenden sechs Beispielen angehörige Zahlen darthun.

1) Anfangstemperaturen:

38·5, 39·0, 39·2, 39·33, 39·45, 39·6° C.
Mittel: 39·2° C.

2) Minimale:

36·7, 37·5, 37·6, 37·6, 36·6, 37·8° C.
Mittel: 37·5° C.

3) Constante:

Sie wurden durch die Mittelwerthe der höchsten und der tiefsten Temperaturen bestimmt, die die Schwankungen der Constanten in den einzelnen Fällen begrenzten.

? — 37.7, 37.75, 37·85, 37·9, 38.25° C.
Mittel: 37·9° C.

4) Abfallszeiten, — Zeiten vom Beginn der Ruhe bis zum Eintritt der minimalen, — in Minuten:

61, 64, 68·5, 88, 101, 119·5.
Mittel 83·6'.

5) Grössen des Temperaturabfalles:

0·7, 1·4, 1·7, 1·7, 2·0, 2·75° C.
Mittel: 1·7° C.

6) Wärmequotienten, — Quotienten aus Abfallsgrössen und Abfallszeiten —:

0·010, 0·014, 0·016, 0·022, 0·031, 0·031.
Mittel: 0·021.

Die Grösse des Quotienten oder des für die Zeiteinheit berechneten Temperaturverlustes bleibt während der Dauer des Abfalles nicht die gleiche. Mit der Annäherung der Curve an die minimale wird sie beständig kleiner. Die Steilheit der ersteren nimmt continuirlich ab. Deshalb ergeben die für die erste und die für die zweite Hälfte der Abfallszeiten berechneten Quotienten — bis auf einen Versuch — übereinstimmend den grösseren Wärmeverlust in der ersten Hälfte der Ruhe.

Quotienten

der ersten Hälfte der Abfallszeit:

0·019, 0·014, 0·021, 0·035, 0.050, ? —

Mittel: 0·027.

der zweiten Hälfte der Abfallszeit:

0·005, 0·006, 0·007, 0·012, 0·012, ? —

Mittel: 0·008.

Dem entsprechen die den gleichen Abschnitten der Abfallszeiten zukommenden Grössen des absoluten Temperaturabfalles

Für die erste Hälfte:

0·5, 1·05, 1·08, 1·28, 1·62, ? —

Mittel: 1·10° C.

Für die zweite Hälfte:

0·20, 0·39, 0·39, 0·47, 0·60, ? —

Mittel: 0·41° C.

Beide verhalten sich demnach ungefähr wie

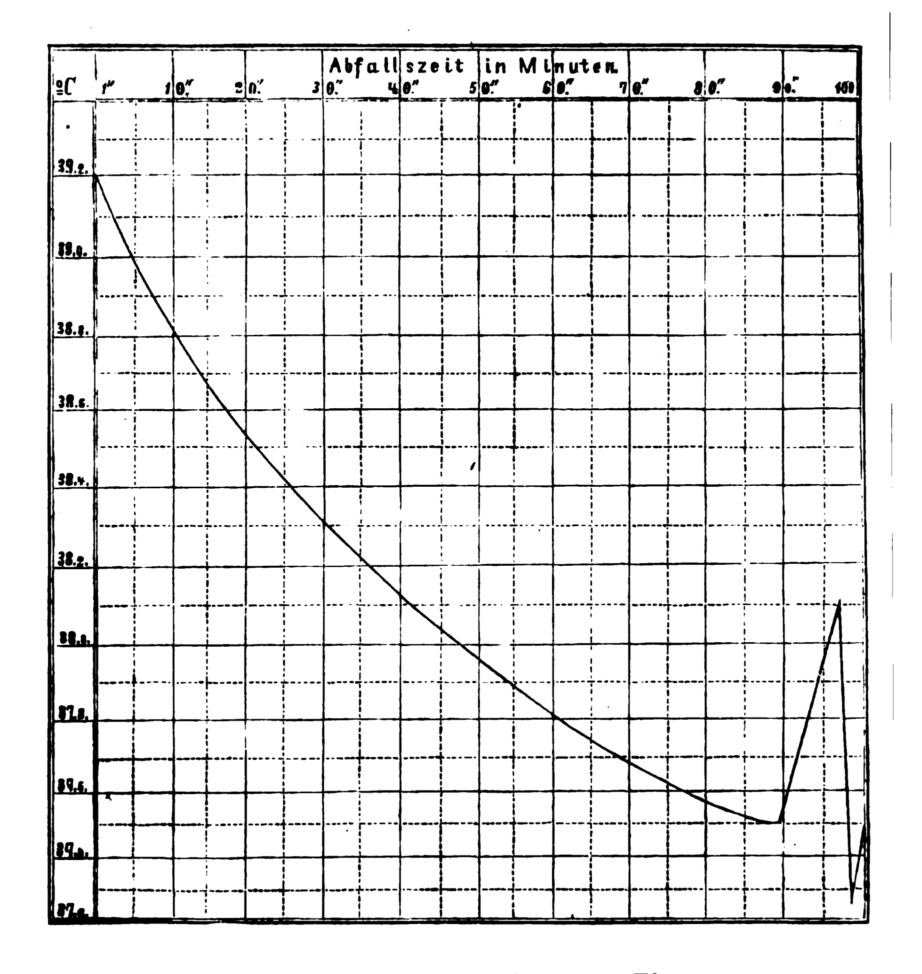
3 : 1.

Der durch Ruhe hervorgerufene Wärmeverlust erfolgt in der ersten Hälfte der Abfallszeit ungefähr dreimal so schnell, als in der zweiten.

Die angeführten Zahlen sind in folgender Tabelle übersichtlich geordnet und weiter unten in Form einer Curve zusammengefasst.

No. des Versuches.	Anfangs-temperatur.	Minimale.	Constante.	Abfallszeit.	Temperatur-abfall:	Für die erste Hälfte d. Abfallszeit	Für die zweite Hälfte d. Abfallszeit	Wärme-quotient:	Für die erste Hälfte d. Abfallszeit	Für die zweite Hälfte d. Abfallszeit
	° C.	° C.	° C.	Min.	° C.	° C.	° C.			
1	39·0	37·6	37·75	61	1·4	1·08	0·39	0·022	0·035	0·006
2	39·6	37·6	37·9	64	2·0	1·62	0.39	0·031	0·050	0.012
3	39·3	37·6	37·7	119·5	1·7	1·28	0·47	0·014	0·021	0·007
4	38·5	37·8	38·25	68·5	0·7	0·50	0·20	0·010	0·014	0·005
5	39·45	36·7	36·75	88	2·75	(1·10	1·70)	0·031	(0·027	0·045)
6	39·2	37·5	37·85	101	1·7	1·05	0·60	0·016	0·019	0·012
Mittel-werthe	39·2	37·5	37·9	83·6"	1·71	1·10	0·41	0.021	0·027	0·008

Wie einerseits nachstehende Curve die Wirkung der einfachen Ruhe und die Grösse des durch sie gesetzten Verlustes Wärme frei machender Processe zum Ausdruck bringt, so giebt andererseits jede Abweichung von dieser Form einen Maassstab für die Beurtheilung der Complicationen ab, welche die Wirkung der einfachen Ruhe stören.



2. Temperaturabfall gefesselter Thiere.

In der folgenden Versuchsreihe sind die Anfangstemperaturen im freien Zustand der Thiere, die anderen, nachdem dieselben auf das **C z e r m a k**'sche Brett gespannt worden sind, gemessen worden[1]). Die übrigen Bedingungen waren denen der eben angeführten Versuche gleich.

1) Für die später folgenden Beispiele gilt, wofern die Versuchsbedingungen nicht besonders erwähnt werden, dasselbe.

Messungen an Kaninchen. Körpergewicht 920 — 1300 Gramm.

Temperatur der Umgebung.																	
1) 15° C			2) 15.5° C.			3) 15–16° C.			4) 15·5° C.			5) 15·5° C.			6) 15·6° C.		
Zeit. Std.	Zeit. Min.	Körpertemperat.	Zeit. Std.	Zeit. Min.	Körpertemperat.	Zeit. Std.	Zeit. Min.	Körpertemperat.	Zeit. Std.	Zeit. Min.	Körpertemperat.	Zeit. Std.	Zeit. Min.	Körpertemperat.	Zeit. Std.	Zeit. Min.	Körpertemperat.
10	26·5	39·85° C.	10	17	38.9 ° C.	5	50	39.2 ° C.	9	50	38·55° C.	11	12	39.8° C.	10	31	39·4° C.
—	35	39·0 —	—	28	38·1 —	—	58·5	38·6 —	—	58	38·2 —	—	17	38·9 —	—	34·5	39·2 —
—	45	38·5 —	—	29	38·0 —	6	8	38·0 —	10	1·5	38·0 —	—	28·6	38·0 —	—	35·5	39·1 —
11	1	38·0 —	—	35	37·5 —	—	20	37·5 —	—	10	37·5 —	—	35	37·5 —	—	38	39·0 —
—	30	37·5 —	—	39	37·4 —	—	56	37·0 —	—	19	37·0 —	—	41	37·0 —	—	56	38·5 —
—	57	37·0 —	—	44	37·25 —	7	11	37·1 —	—	35	36·5 —	—	54	36·5 —	11	21	38·0 —
12	47	36·5 —	—	48	37·2 —	—	20	36·9 —	—	42	36·5 —	12	2	36·2 —	—	40	37·5 —
1	25	36·0 —	11	1	37·05 —	—	30	37·0 —	—	43	36·4 —	—	6	36·1 —	12	5	37·0 —
—	35	35·9 —	—	12·5	37·0 —	—	38	36·8 —	—	53	36·4 —	—	12	36·0 —	—	9·5	36·9 —
—	45	35·8 —	—	46·5	36·9 —		56	36·5 —	11	10	36·4 —	—	15	35·9 —	—	11	36·85 —
2	—	35·85 —	12	8	36·8 —	8	—	36·6 —	—	14	36·3 —		20·5	35·8 —	—	16	36·9 —
—	5	35·8 —	—	12·5	36·85 —	—	10	36·7 —	—	34	36·25 —	—	26	35·7 —	—	18	36·85 —
—	10	35·9 —	—	33	36·8 —	—	18	36·8 —	—	40	36·3 —	—	49	35·6 —	—	19	36·9 —
—	22	35·85 —	1	13	36·85 —	—	23·5	36·9 —	—	43	36·4 —	1	1	35·5 —	—	20	37·0 —
—	27	35·9 —	—	30	36·8 —	—	27	37·0 —	—	52	36·35 —	—	4·5	35·55 —	—	25	37·3 —
—	51	36·0 —	2	37	36·89 —	9	40	37·5 —	—	54	36·3 —	—	7	35·5 —	—	30	37·5 —
3	—	36·1 —	—	42	36·85 —	—	59	37·6 —	12	—	36·2 —	—	11·6	35·5 —	—	40	37·7 —
—	5	36·0 —	—	44·5	36·8 —	10	26	37·7 —	—	10	36·1 —	2	35	35·6 —	—	43	37·85 —
—	15	35·95 —	—	46·2	36·83 —	11	2	37·7 —	—	20	36·25 —	—	45	35·5 —	2	56·5	38·3 —
—	26·5	35·95 —				—	12	37·8 —	—	26·5	36·35 —	3	—	35·4 —			
						—	25	37·8 —	—	32	36·3 —	—	10	35·25 —			
						—	35	37·7 —	—	57·8	36·5 —	—	32	34·7 —			
						—	37·5	37·6 —	1	5	36·4 —	—	44	34·5 —	6	58	39·3 —
						—	40	37·5 —	—	14·5	36·35 —	4	—	34·2 —			
						—	47	37·4 —	—	28·5	36·5 —	—	13·5	34·1 —			
						—	57	37·3 —	3	6	36·6 —	—	50	34·2 —			
						12	—	37·4 —	—	50	36·6 —						
									—	56	36·5 —						
									4	19	36·4 —						
									5	23	36·5 —						

Die Werthe der Temperaturcurven.

Versuch.	Anfangs-temperatur.	Minimale.	Constante.	Abfallszeit in Minuten.	Temperaturabfall für die ganze Abfallszeit.	Temperaturabfall für die erste halbe Abfallszeit.	Temperaturabfall für die zweite halbe Abfallszeit.	Wärmequotient für die ganze Abfallszeit.	Wärmequotient für die erste halbe Abfallszeit.	Wärmequotient für die zweite halbe Abfallszeit.
1	39·85° C.	35·8° C.	35·95° C.	198·5'	4·0° C.	2·8° C.	1·2° C.	0·020	0·028	0·012
2	38·9 —	36·8 —	36·84 —	111	2·1 —	1·9 —	0·2 —	0·018	0·034	0·003
3	39·2 —	37·0 —	37·4 —	66	2·2 —	1·7 —	0·5 —	0·033	0·051	0·015
4	38·55 —	36·25 —	36·42 —	104	2·3 —	2·0 —	0·25 —	0·022	0·039	0·004
5	39·8 —	35·5 —	35·55 —	109	4·3 —	3·7 —	0·6 —	0·039	0·067	0·011
6	39·4 —	36·85 —	?	101	2·55 —	(1·35 —	1·2 —)	0·025	(0·025	0·024)
Mittel:	39·28° C.	36·33° C.	36·43° C.	114·9'	2·91° C.	2·41° C.	0·55° C.	0·026	0·043	0·009

Die forcirte Ruhe gefesselter Thiere ändert, wie die Zahlen vorstehender Tabelle lehren, die allgemeine Form der Abfallscurve nicht. Auch hier sinkt dieselbe zu einer bestimmten unteren Temperaturgrenze herab, an die sich die Schwankungen der Constanten anreihen. Die Werthbestimmungen der neuen Curve haben indessen einen Grössenwechsel erfahren, der den quantitativ gesteigerten Einfluss der Art des sie bedingenden Freiheitsverlustes unverkennbar zeigt.

Dieser Einfluss äussert sich zunächst darin, dass die Grösse des Temperaturabfalles wie die der Abfallszeit zugenommen hat, und dass dem entsprechend das Niveau der Minimalen und das der Constanten gesunken ist. Daraus folgt zunächst nur, dass die Abfallscurve um einige Ordinaten- (Temperatur —) und Abscissen- (Zeit —) Grössen ihres Coordinatensystems gewachsen ist. Die für die beiden Hälften der Abfallszeit berechneten Quotienten lehren aber gleichzeitig, dass das Krümmungsverhältniss der Curve in beiden sich ebenfalls geändert hat. Denn die Quotienten der zweiten Hälften in beiden Curven sind nahezu einander gleich, die der ersten Hälften weichen dagegen so von einander ab, dass sie bei gefesselten Kaninchen fast noch einmal so gross sind, als bei einfach „ruhenden" Thieren. Bei diesen verhalten sich die Quotienten und die Grössen des Temperaturabfalles für die beiden Hälften der Abfallszeit wie 3 : 1, bei jenen ungefähr wie 5 : 1.

Die mittleren Quotienten für die gesammte Abfallszeit differiren dagegen in beiden Curven nicht wesentlich von einander — 0·021 und 0·026 —. Wo es sich daher nicht um absolut genaue Zahlen handelt, kann das Product aus Abfallszeit und dem mittleren Werthe dieser beiden Quotienten — 0·023 — gleichzeitig als Ausdruck des Temperaturabfalles für diese Zeit und die vorausgesetzten Bedingungen gelten.

Durch die Arbeiten von Breschet und Becquerel[1]), von Helmholtz[2]), Béclard[3]), Solger[4]), Heidenhain[5]) und Meyerstein und Thiry[6]) ist die wichtige Eigenschaft der Muskeln, während der Thätigkeit Wärme zu bilden, festgestellt

1) Annales des sciences naturelles. Nouvelle Série. T. III. p. 272.
2) Joh. Müller's Archiv f. Phys. 1845.
3) Arch. génér. 1861. T. XVII, p. 21.
4) Studien des physiol. Instituts zu Breslau. 1863. S. 125.
5) Heidenhain: Centralblatt f. d. medic. Wissenschftn. 1863. No. 35, und
Mechan. Leistung und Wärmeentwickelung bei der Muskelthätigkeit. Leipzig 1864.
6) Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift XX. S. 45.

worden. Eine grosse Reihe von Forschern, wie Gierse[1]), J. Davy[2]), Hirn[3]) Speck[4]), Obernier[5]) und Andere, hat dem entsprechend auch im lebenden Thiere die Erhöhung der Körpertemperatur bei gesteigerter Muskelaction nachgewiesen. Wie Wunderlich[6]) lehrt, erreicht die Körperwärme bei pathologisch exacerbirender Muskelthätigkeit, im tetanischen Krampf, weit über der Norm liegende Höhen; — und Leyden[7]), Billroth und Fick[8]) beweisen es durch das Experiment, dass es der Muskelkrampf ist, der diese Temperatursteigerung bewirkt.

Bei so inniger Beziehung der Musculatur zur thierischen Wärme ergiebt sich der Schluss von selbst, dass, wie die erhöhte Thätigkeit derselben die Körpertemperatur steigert, die verminderte Muskelaction sie herabsetzen müsse. Der Temperaturabfall während der Ruhe, der dafür den Beweis giebt, documentirt sich so offenbar als die Folge der Muskelruhe. — Und weil die Musculatur nur durch Vermittelung von Stoffwechsel- und Oxydationsprocessen in ihrem Gewebe die Körpertemperaturen beeinflusst, so ist der Temperaturabfall, den die ihrer Bewegungsfähigkeit beraubten Thiere erfahren, im wahren Sinne ein „physiologischer".

Ob die „Ruhe", die durch Fesseln erzwungen wird, vollkommener ist, — ob hier der temperaturherabsetzende Einfluss der sensiblen Erregung der Haut (Naumann[9]), Heidenhain[10]), Horvath[11]) gleichzeitig zur Geltung kommt; — jedenfalls steigert der gefesselte Zustand die Grösse des Abfalles. — Thiere,

---

1) Quaenam sit ratio caloris organici partium inflammatione labor. Diss. Hall. 1842.

2) Philosophical Transactions. 1844—1845.

3) Recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur. Colmar 1858.

4) Archiv d. Ver. f. wissenschftl. Hlkd. 1863.

5) Der Hitzschlag 1867. S. 80.

6) a. a. O. — Ferner Archiv d. Hlkd. 1861 S. 549; — 1862 S. 175.

7) Virchow's Archiv f. pathol. Anat. u. s. w. XXVI. S. 538.

8) Centralblatt f. d. medic. Wissenschften. 1864. S. 455.

9) Prager Vierteljahresschrift 1863, und Pflüger's Arch. 1872.

10) Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. III. S. 504.

die ihre Wärmeconstante während einfacher Ruhe erreicht haben und sie dauernd erhalten, erleiden, sobald sie gefesselt sind, einen neuen Abfall zu einer neuen Constanten. Sie geben diese in einem entgegengesetzten Curvengang wieder auf, sobald sie der Fesseln entledigt sind. — Und das Niveau der nun sich herstellenden Constanten bestimmt sich nach dem Grade der Arbeit, die von ihren Muskeln verrichtet wird.

Kaninchen.

17·5 ° C.			Temperatur der Umgebung. 15 ° C.			15·6 ° C.		
Zeit.		Körpertemperatur.	Zeit.		Körpertemperatur.	Zeit.		Körpertemperatur.
Std.	Min.		Std.	Min.		Std.	Min.	
9	31·5	38·5 ° C. in d. Binde.	10	28	39·6 ° C. in d. Binde.	10	2	39·3 ° C. in d. Binde.
		Continuirl. Abfall bis			Continuirl. Abfall:			Abfall bis
10	40	37·8 ° C,	11	32	37·6 ° C.	11	39·5	38·7 ° C.
		Schwankung. zwisch.			Schwankungen:			In Freiheit ges. währ.
11	40	37·8 u. 38·2 ° C.	11	30	37·6—38 ° C.			10". Die Temperat.
12	20		11	59				sank nicht weiter.
12	40	Thier wird gefesselt.	12	—	Thier wird gefesselt.	10	59·5	38·7. In der Binde
		Continuirl. Abfall bis			Abfall bis			sofort Abfall:
1	45	36·5 ° C.	2	15	34·8 ° C.	11	25	38·5.
		Schwankungen			V. d. Fesseln befreit.			In Freiheit gesetzt:
5	13	37·2 ° C.			Continuirliche An-	11	12	38·5.
6	14	37·3 —			steigen:			In der Binde:
			2	35	34·9 ° C.	11	25	38·3.
			3	—	35·3 —			Tetanisation vom
					. . . . . .			Rückenmark aus:
						11	33	38·3. Continuirl.
								Ansteigen:
						12	18	40·1.

An Einem Thier gemessen:

15 ° C.	Temperatur der Umgebung. Kern = 8 Cm.		16·2 ° C.
Zeit.	**Körpertemperatur.**	**Zeit.**	**Körpertemperatur.**
Std. Min.		Std. Min.	
3 44·5	39·2 In der Binde.	10 28	38·5. Gehalten.
	Abfall:	11 2	37·5.
5 25·5	37·5.		Das Thier w. gefesselt.
	Schwankungen:	11 13	37·1.
5 27 } 6 — }	37·5—37·8 ° C.		Continuirlicher Abfall:
		5 23	32·4.
			Schwankungen:
		5 25 } 6 20 }	32·4—33·6.

Daraus folgt, dass in den Kreis der sonst so dunkeln Wärmeregulatoren vor Allem die Freiheit der Bewegung gehört; — dass die viel gerühmte Temperaturconstanz des Warmblüters zunächst ihr zu danken ist. — Wie die ungewöhnlich gesteigerte Muskelarbeit die Körpertemperatur über die Norm erhöht, und die absolute Muskelruhe sie unter das Niveau der normalen Körperwärme herabsetzt, so muss es ein gewisser mittlerer, durch die Bedürfnisse des täglichen Lebens geforderter Grad von Muskelthätigkeit sein, der zur Erhaltung der gewöhnlichen Körperwärme erforderlich ist. Schon die natürliche Körperhaltung des Thieres muss einen Theil dieser Aufgabe zu erfüllen genügen. Ist sie doch gewissermaassen eine Summe von Muskelspannungen, und zu diesen steht, wie Heidenhain[1]) lehrt, die Wärmeproduction in directem Verhältniss. Sie reicht aus, die Temperatur des Körpers in gewissen Grenzen constant zu erhalten und sie zu erhöhen, wo sie durch Ruhe herabgesetzt worden war.

Keiner anderen Mittel bedient sich selbst, wie auch Bergmann[1]) ausführt, die Meisterin Natur, um das grossartige Problem

1) Mechanische Leistung u. s. w.

2) Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse. Göttingen 1848.

der „Temperaturconstanz“ in der Klasse der sogenannten Warmblüter zu lösen. Mit gleicher Strenge führt sie dasselbe in dem winzigen Colibri und in dem mächtigen Narwal[1]) durch. Jenem hat sie zwar die Tropen zur Heimath gegeben, damit das kleine Thier mit seiner im Verhältniss grossen Oberfläche in der warmen Umgebung vor zu grossem Wärmeverlust geschützt sei. Aber mehr als der tropischen Umgebung hat das kleine Geschöpf einem ausserordentlich grossen Aufwand von Muskelkraft seine Temperaturbeständigkeit zu danken, — jener enormen Lebhaftigkeit seiner Bewegungen, die der Englische Naturforscher Penannt[2]) mit dem Fluge des Blitzes zu vergleichen nicht ansteht. Die Wale aber hat sie in das Meer verwiesen, wo die im Vergleich zur Luft fast viermal grössere Wärmecapacität des Wassers das Missverhältniss zwischen der relativ so kleinen Oberfläche und der so mächtigen Muskulatur dieser Riesen zu lösen beiträgt. Der starke Wärmeverlust an der kleinen Oberfläche aber würde nicht genügen, eine verderbliche Wärmestauung in ihnen zu verhindern, wäre ihre Muskulatur in dem Grade, wie bei andern Geschöpfen thätig, — würde sie nicht bei ihnen nur zu träger Propulsion des Körpers verwandt, und trüge nicht das Medium, in dem sie leben, ihr Körpergewicht, das bei allen auf dem Lande und in der Luft lebenden Thieren der Muskulatur zur Last fällt.

B. Das Dulong-Petit'sche Gesetz im Thierreich.

So mannigfaltig auch die Mittel sein mögen, die die Natur den höher organisirten Thieren verliehen hat, die Wärme ihres Körperinnern dem Wechsel äusserer Temperaturen möglichst zu entziehen und so sehr sie sie selbst durch ihren Instinct zu unterstützen wissen; — es genügen dieselben ihrem Zweck doch nur in den engen Grenzen günstiger Bedingungen. Ausserhalb derselben fehlt der Eigenwärme des Warmblüters in der That jene gerühmte Beständigkeit, die man für eine der „wunderbarsten Thatsachen“ in der Natur zu halten geneigt

1) Nach J. Davy besitzt derselbe eine fast constante Temperatur von 35·5° C. (Marbach: Physik. Lexikon 1843. S. 842).

2) Arctic Zoology. Vol. II. S. 286.

war.[1]) Schon älteren Forschern, wie Edwards[2]) und Legallois[3]) war es bekannt, dass die Temperatur von Säugern und Vögeln unter Umständen den Einflüssen ihrer Umgebung nicht widersteht. J. Davy[4]) wies nach, dass die Temperatur des Warmblüters schon beim Uebergang in ein wärmeres Clima um 0·5—1 0° C. zunimmt. Den Forschungen der neuesten Zeit[5]) aber ist das Dogma von der unerschütterlichen Temperatur-Constanz des Warmblüters vollends unterlegen.

Einfluss der Körpergrösse und der Umgebungstemperatur auf die Innenwärme der Thiere.

Der Inhalt des thierischen Körpers ist die wärmeproducirende Masse, seine Oberfläche der Ort der Wärmestrahlung. — Da die Wärmemenge des Körpers sich nach dem Verhältniss seiner Wärmebildung zu seinem Wärmeverlust bestimmt, so muss für sie das Verhalten des Körpervolumen zur Körperoberfläche maassgebend sein. Bei Kugeln verschiedener Grösse entspricht der Gehalt den Cuben, die Oberfläche nur den Quadraten ihrer Radien. Soweit sich die Körpergestalt eines Thieres mit der einer Kugel vergleichen lässt, würde demnach die relative Oberfläche desselben um so mehr wachsen, je mehr es selbst an Dimensionen abnimmt. Das wahre Verhältniss, nach welchem diese relative Oberflächenzunahme stattfindet, muss beim Thier jedoch ein noch bedeutenderes sein, als bei der Kugel. Denn die Körperform des Thieres gleicht mehr der eines Ellipsoides. Die Oberfläche eines Ellipsoides aber ist stets grösser als die einer Kugel, mit der es gleichen Inhalt hat. Ein Thier, welches friert, sucht sich deshalb instinctiv indem es sich zu einer Kugel zusammenrollt vor Wärmeverlust zu schützen. Für die Winterschläfer ist dieses Einrollen geradezu charakte-

1) Archiv der Heilkunde. 1860. S. 549.
2) De l'influence des agens physiques sur la vie. pag. 132.
3) Annales de Chim. et de Phys. Tom. IV. 1817.
4) Marbach: a. a. O. S. 842.
5) Senator: Centralblatt f. d. med. Wissenschaften. 1868. S. 708. Ebenda 1871, S. 737. Virchow's Archiv u. s. w. Bd. XLV. S. 351. u. s. w.

ristisch. Nach Valentins[1]) Beschreibung ruht ein Murmelthier, das fest schläft, immer so, dass sein Körper einen Kreisbogen beschreibt, der Kopf gegen die Brust und den Unterleib gewendet und der Schwanz nach vorn eingeschlagen ist. Eine Schlange, deren Länge 15mal grösser als ihre Dicke ist, soll wenn sie sich zur Kugel zusammengerollt hat, wenig mehr als die Hälfte desjenigen Wärmeverlustes erleiden, den sie im ausgestreckten Zustand erfährt.[2]) — In warmer Umgebung dehnt sich dagegen das Thier und streckt seine Glieder. Der Hund lässt gleichzeitig seine breite Zunge zum Munde heraushängen und vergrössert dadurch seine wärmestrahlende Oberfläche[3]). So weiss sich das Thier, so lange es im Vollbesitz seiner Freiheit ist, instinctiv die Vortheile zu eigen zu machen, die ihm zweckmässige Gestaltveränderungen für seine Eigenwärme gewähren. Selbst gegen tödtliche Wärmeaufnahme in hohen Temperaturen strahlender Wärme soll es sich, wie Walther[4]) beobachtet hat, durch Bewegungen vertheidigen können. Mit dem Verlust der Freiheit büsst es diese Fähigkeiten ein. Seine Temperatur unterliegt dann scheinbar den gewöhnlichen physikalischen Gesetzen, die sich aus dem Verhältniss des Inhalts zu der Oberfläche seines Körpers und aus der Temperaturdifferenz zwischen ihm und seiner Umgebung herleiten. Dulong-Petit'sches Gesetz.

Wenn auch die Körpergrösse im Allgemeinen[5]) die Gestalt der Curve des physiologischen Temperaturabfalls nicht ändert, so werden doch durch sie diejenigen Factoren derselben modificirt, welche der Curve in jedem Fall ihre besondere Form geben.

Je kleiner die Thiere sind, desto steiler pflegt der Abfall während der Ruhe stattzufinden und desto niedriger das Niveau

1) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. I. S. 216.

2) Elschnig: Uebersichtliche Darstellung der Wärmeverhältnisse im Thierreich. Triest 1861. S. 33 u. 66.

3) Vergl. Ackermann: Deutsches Archiv f. klin. Med. II. Bd. S. 359. 1867.

4) Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1867. S. 770.

5) Vergl. S. 86 dieser Arbeit.

der Minimalen zu sein, zu der ihre Körpertemperatur unter sonst gleichen Verhältnissen sinkt.

Mit andern Worten: „Es steht die Höhe der Minimalen in geradem, der Wärmequotient und die Abfallsgrösse in umgekehrtem Verhältniss zum Körpervolumen der Thiere.

Versuchsthier.	Körpergewicht.	Temperat. der Umgebung.	Anfangstemperat. d. Thieres	Minimale.	Constante.	Temperaturabfall d. Thieres.	Abfallszeitt.	Quotient.
	Gr.	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	Min.	
1. Maus[1])	16·5	15·5	38·0	29·9	30·65	8·1	96	0·084
2. Kaninchen	401·0	—	39·8	35.5	35·55	4·3	109	0·039
3. „	1210	—	38·55	36 25	36·42	2·3	104	0·022
4. „	1350	—	38·9	36 8	36·84	2·1	111	0·018
5. Hund.	7220	-	39·4	39 0	39·0	0·4	81·5	0 005

Die eben angeführten Sätze sind nur eine genauere Analyse der Thatsache, dass die Temperaturconstanz mit der Grösse der Thiere wächst. Denn sie zeigen, dass die Eigenwärme der Thiere, die unter gewissen Verhältnissen eine Einbusse erleidet, nach einem um so geringeren Abfall, also relativ um so früher sich auf die „Constante“ einstellt, je mehr das Volumen des Körpers überwiegt. Besonders bezeichnend dafür ist ferner noch der Umstand, dass gleichzeitig auch der ganze Modus der Temperaturänderung an Continuität gewinnt und die Constante eine mehr absolute wird.

1) Die ausführlichen Protokolle befinden sich im Anhang mit denselben Nummern, die den im Text angeführten Beispielen links beigefügt sind.

Folgende Beispiele geben hierzu die Belege:

Hund. 7220·0 Gr.			Maus. 16·5 Gr.		
Zeit.		Körpertemperat.	Zeit.		Körpertemperat.
Std.	Min.		Std.	Min.	
2	85	39·4° C.	10	5	38° C.
3	1	39·3 —	—	11	36 —
—	16	39·25 —	—	19	35 —
—	38	39·18 —	—	27	34 —
4	4	39·15 —	—	30	33·8 —
—	9	39·1 —	—	33·3	33·0 —
—	20	39·0 —	—	35·9	32·7 —
—	46	39·1 —	—	43·6	Schwankungen zw. 22·7 u. 33·0.
5	10	39·0 —			
—	20	39 0 —	—	44·5	32 9 —
	50	38·95 —	—	45	Abfall bis
—	58	39·0 —	—	52·3	32·0 —
			—	53	32·1 —
			—	55	32·0 —
			—	57	31·9 —
			—	58	32·0 —
			—	59·5	31.6 —
			11	—	31·5 —
			—	4·8	31·6 —
			—	8	31·9 — (Heftige Bewegung des Thieres.)
			—	12	32·2 —
			—	15·5	31·6 —
			—	17·2	31·8 —
			—	18·5	31·6 —
			—	19	31·7 —
					31·5 —
			—	20	Abfall bis
			—	41	29·9 —
			12	2·6	30·1 —
			—	3.5	30·0 —
			—	24	30·2 —
			—	45	31·0 —
			—	46	30·8 —
			—	47	30·9 —
			—	57	Ansteigen bis 31·3 —
			—	57	Schwankungen
			—	59	zw. 31·2 u. 31·4.

Bei sehr kleinen Thieren tritt eine wahre Constanz der Temperatur nach der Minimalen fast gar nicht ein. Dauernd folgen hier Schwankungen auf Schwankungen, da jede noch so kleine Bewegung des Thieres ausreicht, die sinkende Curve zu unterbrechen. An ruhenden Kaninchen konnte der tiefe Stand der Constanten sieben Stunden und länger nach dem Eintritt der Minimalen beobachtet werden. Nur einmal stieg unter fünf derartig protrahirten Beobachtungen die Körperwärme auf einige Zeit zur Anfangstemperatur zurück.

Sinkt die Umgebungstemperatur, so sinkt auch unter sonst gleichen Verhältnissen die Höhe der Minimalen und die der Constanten, während die Abfallsgrösse und der Quotient zunehmen.

Hund. 7220·0 Gr.

	Umgebg.	Anfangs-temperat. d. Thieres.	Minimale.	Constante.	Abfallsgrösse.	Abfallszeit.	Quotient.
	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	Min.	
5.	15·5	39·4	39·0	39·0	0·4	81·5	0·005
6.	8.7	39·1 (!)	38·6	38·75	0·5 (!)	48	0·010

Und umgekehrt werden Quotient und Abfallsgrösse geringer, wenn die Temperatur der Umgebung steigt. Auf einer gewissen Höhe compensirt dann diese Temperatur gerade den physiologischen Wärmeabfall,[1]) um dann, wenn sie über diese hinausgeht, die Curve vollends zur Umkehr zu bringen und sie zu einer von ihrer eigenen Höhe in ihrem Niveau abhängigen „Maximalen" zuzuführen,[2]) an die sich ebenso wie an die Minimale die Schwankungen der Constanten anreihen.

1) Vergl. S. 120 u. 121.
2) Anhang I. 2 (7 u. 9).

Kaninchen. 1200·0 Gr.

Umgebg.	Zeit.		Körpertemperatur.
	Std.	Min.	
16·5 ° C.	2	50	39·5 ° C.
	3	10	38·2 —
			Das Thier wird in einen abgekühlten Raum gebracht.
12·5 —	3	13	38·1 —
			Continuirlicher Abfall bis
	—	55	36·5 —
			Temperatur steigt und hält sich auf
	4	46	36·6 — (Constante)
	5	6	
	5	7	Das Thier wird in einen erwärmten Raum versetzt.
20·6 —	5	9	36·6 —
			Temperaturconstant
	—	25	36·6 —
			Es folgt dann continuirliches Steigen bis
	6	55	38·0 — und Einstellung auf die Constante
	7	7	38·1 —
	—	25	38.1 —
	—	36·5	38·0 —
	—	55·5	38.05 —
	8	—	38·05 —
	—	7	38·05 —

Der combinirte Einfluss der Körpergrösse und der Umgebungstemperatur auf die Eigenwärme der Thiere lässt sich demnach kurz in dem Satz zusammenfassen: **Die Temperatur des Thieres ändert sich mit der Umgebung in gleichem Sinn, und die Grösse ihres Wechsels steht zum Körpervolumnen desselben in umgekehrtem Verhältniss.**

Man kann sich gewissermaassen zu beiden Seiten einer mittleren Constanten — der des physiologischen Temperaturabfalls — je eine Grenzconstante denken, die sich an die auf- oder absteigende Curve anschliesst. Die Entfernung dieser beiden Constanten von der mittleren und die Steilheit der Curven, die zu ihnen hinführen, nehmen nun — Gleichheit der Körpergrösse der Thiere vorausgesetzt — in dem Grade zu, als die

Temperatur der Umgebung von der mittleren in gleichem Sinn abweicht. Während eine vollständige Umkehr dieser Verhältnisse eintritt, wenn die Umgebungstemperatur unverändert bleibt, aber die Körpergrösse wechselt. Steilheit der Curven und Entfernung jener beiden Constanten von der mittleren wachsen, wenn das Körpervolumen der Thiere geringer und nehmen ab, wenn es grösser wird.

Auch die Dauer der Constanten hängt von der Körpergrösse der Thiere ab. Mit der letzteren nimmt auch sie während des physiologischen Temperaturabfalls ab, und die „Constante" sinkt dann zu einem immer kleiner werdenden Absatz im Verlauf der Curve herab, der den Gang derselben nur noch vorübergehend unterbricht. Sie wird daher um so früher gleich Null, und die Temperaturcurve erreicht um so früher in ununterbrochener Continuität die lethalen Grenzen, je mehr die Schutzlosigkeit gegen die Einflüsse der Umgebungstemperatur durch die Kleinheit des Körpers prädisponirt ist.

Ein Kaninchen von ca. 500·0 Gr. Gewicht erleidet schon in einer Umgebung von 9° C. in ungefähr 4 Stunden einen ununterbrochenen Abfall seiner Eigenwärme auf die tödtliche Temperatur von 20 bis 19° C.[1])

Die eben entwickelte Abhängigkeit des lebenden Thieres vom Dulong-Petit'schen Gesetz wird sich jedoch über die weiten Grenzen ihres nur allgemeinen Charakters nicht erheben können. Jeder Versuch, sie durch eine einfache Relation zwischen Körpergewicht und Umgebungstemperatur auszudrücken muss an den individuellen Eigenthümlichkeiten scheitern, die sowohl den Einzelwesen einer Gattung als ganzen Gattungen zukommen. Für die Bedeutung ihres Einflusses gerade auf die Körpertemperaturen spricht es nicht wenig, dass Wunderlich[2]), dieser Meister der Thermometrie, auf sie einen besonderen Nachdruck legt. Worin jene Eigenthümlichkeiten immer beruhen mögen, das festzustellen muss die Wissenschaft freilich eben so lange verzichten, als es ihr nicht gegeben ist, zu jeder

1) Anhang I. 2. (8).

2) Das Verhalten der Eigenwärme in Krankheiten u. s. w. S. 150.

Zeit alle Einzelheiten des so unendlich complicirten Getriebes zu durchschauen, das im lebenden Organismus so geheimnissvoll wirkt und schafft. Aber ein Verständniss dieser Complicationen muss andererseits genügen, die „individuellen Eigenthümlichkeiten“ begreiflich zu machen.

Eine Thatsache aber ist bekannt, die auf sie nachweisbar von Einfluss ist. Es ist das die Verschiedenheit der Energie des Stoffwechsels, mit dem die Wärmeproductionskraft Hand in Hand geht. Dulong[1]) hat die Grösse der Wärmeentwickelung bei einer grossen Zahl von Thieren direct bestimmt und so deren Verschiedenheit darthun können.

Es producirt nach einer Berechnung von Helmholtz[2]), die auf Grund der Angaben Dulong's angestellt ist, im Laufe von einer Stunde die Körpergewichtseinheit von 1·0 Gr.

eines Kaninchens ungefähr	3·7	Wärmeeinheiten.[3])
eines Meerschweinchens ungefähr	6·2	„
eine Hundes ungefähr	6·4	„
eines Thurmfalken ungefähr	6·9	„
einer Katze ungefähr	9·6	„
einer Taube ungefähr	11·2	„

Diese Zahlen geben für die Beurtheilung der grossen Wärmelabilität des Kaninchens einen neuen Anhaltspunkt. Wie weit es jedoch gestattet ist, die für dasselbe gefundenen Curvenbestimmungen des physiologischen Temperaturabfalls nach dem Verhältniss der eben angeführten Wärmegrössen zu reduciren und auf die andern Thiere zu übertragen, muss die Zukunft lehren.

Die nachgewiesene Abhängigkeit der Wärme höher organisirter Thiere von physikalischen Bedingungen lehrt jedenfalls, dass von ihrer angenommenen Temperaturconstanz wenig mehr, als das Bedürfniss ihrer inneren Organe für eine gleichmässige Wärme und eine nur beschränkte Fähigkeit, diesem

---

1) Annales de Chim. et de Phys. Série III. Tome I.

2) Encyclop. Wörterbuch der med. Wissenschaften. Herausgegeb. durch die medic. Facultät zu Berlin. 1846. Bd. XXXV. S. 553.

3) Calorie gleich derjenigen Wärmemenge, welche 1·0 Gr. Wasser um 1° C. erwärmt.

Bedürfniss unter günstigen Bedingungen zu genügen, wirklich vorhanden ist. Bergmann[1]) hatte vielleicht nicht Unrecht, selbst die Verschiedenheit der Körpertemperaturen als Unterschied zwischen den sogenannten „Warm- und Kaltblütern" nicht gelten zu lassen. In den heissen Strahlen der Sonne könne sich auch der „Kaltblüter" zu den Temperaturen des „Warmblüters" erheben, — „und hätte sich unsere Physiologie zwischen den Wendekreisen gebildet, so würde man wohl kaum auf die Bezeichnung „kaltblütig" gekommen sein."

Wenn nun aber die Wärmeregulationsfähigkeit sogenannter Homöothermen schon an sich mangelhaft und die Bewegungsfreiheit für die Erhaltung der Temperaturconstanz von so grosser Bedeutung ist, wie sie sich der experimentellen Forschung erweist; — dann wird man auch erwarten dürfen, dass, wenn die Muskulatur, deren Thätigkeit in so wichtiger Beziehung zum Blutstrom und zu den Oxydationsprocessen steht,[2]) durch Gift oder Rückenmarkstrennung gelähmt worden ist, der Mangel der Regulation in auffälligster Weise hervortrete. Denn der „physiologische" Abfall der Ruhe muss sich hier naturgemäss zu einem „pathologischen" der Lähmung steigern, und die normalen Mängel der Regulation müssen nun auch in abnormer Weise hervortreten.

II. Die Temperaturen der Körperschichten.

Wie gross auch die Analogien sein mögen, die der Thierkörper durch seine Abhängigkeit vom Dulong-Petit'schen Gesetz den Anorganismen gegenüber zeigt, dass dieselben nur äusserliche sind, aber in der Tiefe ihres Wesens einander nicht entsprechen, das zu erkennen musste der Hinblick auf die Differenz der Constitutionen lehren, die bei beiden doch so heterogener Natur sind.

---

1) Ueber die Verhältnisse der Wärmeökonomie der Thiere zu ihrer Grösse u. s. w. S. 16.

2) Sadler: Ueber den Blutstrom in den ruhenden, verkürzten und ermüdeten Muskeln des lebenden Thieres. (Berichte über die Verhandlungen der Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Math.-phys. Classe. Bd. XXI. 1869. S. 189.)

Schon dieser Umstand durfte es von vornherein verbieten, die gewöhnlichen Anschauungen von der Wärmeleitung auf die Art der Temperaturänderungen in den einzelnen Schichten des thierischen Körpers, die während jener allgemeinen Temperaturwechsel desselben eintreten, zu übertragen. Und es waren nur ähnliche Ueberlegungen, die schon Bergmann[1]) veranlasst haben, im Thierkörper „ein ungleichmässiges Fortschreiten der Wärmeverhältnisse von der Oberfläche nach innen zu für möglich" zu halten.

In einer homogenen todten Masse, in deren Mitte sich ein Wärmeherd befindet, nimmt die Temperatur von der Oberfläche nach dem Innern des Leiters gleichmässig zu. Denn die Temperatur jedes seiner Theile resultirt aus dem Wärmeverlust desselben, nach aussen und dem Ersatz an Wärme von innen; und die Grösse des Wärmeverlustes nimmt mit der Annäherung der einzelnen Theile an die Oberfläche des Leiters zu.

Im thierischen Körper ist dagegen das circulirende Blut — so ist seit Bergmann die herrschende Ansicht — der Vermittler eines Temperaturausgleiches aller Theile. Und wie die regulatorische Thätigkeit der Haut Strömung und Vertheilung des Blutes in der Peripherie und im Innern modificirt, so ändert sie auch die Verhältnisse, die sich für die Vertheilung der Wärme im Körper ergeben.

Rosenthal,[2]) der neben der allgemeinen Verbreitung von Wärmeherden und neben dem erwähnten Einfluss der Blutcirculation auf die Warmevertheilung noch die Gestaltung der Körperoberfläche als einen dritten Factor für die Complicationen derselben hervorhebt, nimmt auf Grund dieser Eigenthümlichkeiten des thierischen Organismus drei Wärmezonen im Körper an, deren Ausbreitung mit der Wärmeproduction und der Wärmeabgabe des Thieres wechseln soll. Die oberflächlichste von ihnen, die sich in die verhältnissmässig nur geringe Tiefe erstreckt, bis zu welcher die ausgleichende Wirkung des Blutstroms den Wärmeverlust an die kalte Umgebung zu compen-

1) Joh. Müller's Archiv f. Physiol. u. s. w. 1845. S. 308.
2) Zur Kenntniss der Wärmeregulirung u. s. w. S. 5—9.

siren nicht ausreicht, ist die äussere Grenzschicht. Der innere Kern zeichnet sich dagegen durch die Grösse seiner Ausdehnung und, von geringen Schwankungen abgesehen, durch die Gleichmässigkeit seiner Temperatur aus. Die Vermittlerin beider und die Trägerin aller Uebergangstemperaturen von dem gleichmässig warmen Kern zur kalten Rindenzone ist endlich die Zwischenschicht.

Bei unveränderter Wärmeproduction soll sich nun der Kern auf Kosten der Zwischenschicht ausdehnen, wenn die Wärmeabgabe vermindert, und die Zwischenschicht auf Kosten des Kernes, wenn dieselbe vermehrt ist.

Die Temperaturen der Zonen.

A. Die Norm.

Ein Thermometer, das in radialer Richtung — per rectum — von der Oberfläche dem Körpermittelpunkt[1]) langsam genähert wird, zeigt ein continuirliches Ansteigen der Temperaturen und einen ebensolchen Abfall, wenn das Thermometer auf demselben Wege vom Mittelpunkt wieder entfernt wird. Diese Erscheinung, die auch andern Beobachtern[2]) nicht entgangen ist, durfte zunächst nach dem Ergebniss sehr zahlreicher Messungen, die mit vorzüglich gearbeiteten und fast augenblicklich Ausschläge gebenden Geissler'schen Instrumenten angestellt worden sind, als Regel festgestellt werden. Der Umstand jedoch, dass die Temperaturen der einzelnen Zonen auf diese Weise nur nach einander und nicht zu gleicher Zeit zur Beobachtung kommen konnten, erlaubte, zumal in Rücksicht auf die zeitlichen Aenderungen der Temperaturen unter dem Einfluss des physiologischen Temperaturabfalls, zunächst keinen sichern Schluss auf das relative Verhalten der Zonentemperaturen unter einander. Zum Zweck möglichst grösster Annäherung an dasselbe wurde das bis in den Kern eingeführte Ther-

1) Mit den früher (S. 7) beschriebenen Thermometern war es leicht, bei Kaninchen, mittelgrossen Katzen u. s. w. bis in die Nähe des Zwerchfells zu gelangen.

2) Rosenthal: a. a. O. S. 4 und 5.

mometer längs einer neben dem Versuchsthier angebrachten in Centimeter eingetheilten Scale in bestimmten Raumintervallen von 1 bis 2 Cm. hervorgezogen und während dessen an den einzelnen Stationen so lange erhalten, bis sich die Quecksilbersäule für die Temperaturen derselben eingestellt hatte. Waren auf diese Weise sämmtliche Temperaturen der Schichten vom Kernmittelpunkt bis zur Peripherie aufgenommen, so wurde das Thermometer in umgekehrter Richtung mit denselben Unterbrechungen wieder zurück bis in den Kern vorgeschoben. Es ergaben sich so zwei Controlreihen von Temperaturen genau für dieselben Stellen gleicher Zonen. Mit den Temperaturen wurden zugleich die Zeiten verzeichnet, für welche jene galten. Aus den gefundenen Grössen liessen sich leicht die Temperaturen, gleichgiltig, ob sich dieselben während der Dauer der Messungen verändert hatten oder nicht, berechnen, die die einzelnen Orte zu ein und derselben bestimmten mittleren Zeit haben mussten. Um die Resultate von dem Modus der Messungen unabhängig zu machen, wurde dieser in mannichfaltiger Weise geändert, indem die Temperaturen in wechselnder Reihenfolge und ausser der Reihe aufgenommen wurden.[1]) Die Ergebnisse blieben von diesen Variationen vollkommen unabhängig.

Zu Erläuterung diene folgendes Beispiel:

Kaninchen. 2074 Gr.
Physiologischer Abfall. Umgeb. 17 8⁰ C.

Schicht nach Centm.	Controltabellen						Zonentemp.	Berechnung.				Zonentemp. um 12 Uhr 39.85'
	Zeit.		Zonentemp.	Zeit.			Mittlere Zeit.		Mittlere Zonentemp.	Quotient	
	Std.	Min.	⁰ C.	Std.	Min.	⁰ C.	Std.	Min.	⁰ C.		⁰ C.
0 Kerncentr.	12	33	38·41	12	48	37·69	12	40·5	38·05	0·048	38·081
II.	—	33·5	38·41	—	47·5	37·69	—	40·5	38·05	0·051	38·083
IV.	—	34·2	38.35	—	46·5	37·75	—	40·35	38·05	0 048	38·074
VI.	—	35	38·1	—	46	37 65	—	40·5	37·905	0·035	37 928
VII.	—	35·5	38·1	—	45	37·71	—	40·2	37·905	0·041	37·914
VIII.	—	36	38·1	—	44·9	37·75	—	40·15	37.925	0·042	37·937
IX.	—	36·3	38·1	—	44·3	37 90	—	39·4	38·0	0·032	37·986
X.	—	36·9	38 05	—	42·5	37·85	—	39 35	37·95	0·040	37·930
XI.	—	37·2	38·01	—	41·8	37·81	—	39·2	37·91	0 050	37·878
XII.	—	37·7	37·9	—	41·2	37·75	—	39·2	37·825	0·050	37·793
XIII.	—	38 1	37·75	—	40·7	37·65	—	39·05	37·700	0·052	37 658
							Mittel 12	39·85			

1) Vergl. die Beispiele im Anhang.

Solche Bestimmungen haben gelehrt, dass die Zonentemperaturen von einer gewissen Tiefe der Rumpfhöhle ab zur Körperperipherie hin zwar allmälich abfallen, dass dieser Abfall aber kein continuirlicher ist. Denn an einer bestimmten peripheriewärts gelegenen Stelle erleidet derselbe stets dadurch eine Unterbrechung, dass die Temperaturen der Zonen an derselben weniger schnell sinken als vorher, oder gar ansteigen. An diese Stelle schliesst sich endlich das rapideste Sinken der Zonen an, der grösste Abfall auf die kleinste Strecke.

Zonentemperaturen von Kaninchen.[1])

Schicht. (Cm.)	Temperat.	Abfall.	Temperat.	Abfall.	Temperat.	Abfall.
0-Kern-centr.	1) ° C. 38·386		2) ° C. 39·309		3) ° C. 39·594	
II.	38·491	—	39 058	—	39·536	—
IV.	38·411	0·227	39.928	0·482	39·307	0·451
VI.	38·264		38·827		39·225	
VII.	38 183	—			39·143	
VIII.	38·182	0·051	38·950	+	39·174	
IX.	38·132		39·100	0·150	39·246	+
X.	38·101	—	39·054	—	39·290	0·185
XI.	38·017	0·421	39·006	0·048	39·359	
XII.	37·680		(39·075)	—	39·279	—
XIII.			38·764	0·242	39·123	0·421
XIV.					38·858	

Diese Beispiele, die als Repräsentanten sehr vieler Messungen dienen mögen, mit denen sie vollkommen übereinstimmen, lehren auf das Unzweideutigste drei gut charakterisirte Zonenabschnitte kennen.

Der innerste Abschnitt nimmt einen Raum von ca. 7 Cm. ein. Er enthält von allen Zonentemperaturen die höchsten. Sie nehmen von einer bestimmten central gelegenen Stelle gegen die Peripherie hin allmälich, fast continuirlich ab. Ihr

1) In diesen wie in den folgenden Tabellen sind nur die in der angegebenen Weise berechneten Werthe der Zonentemperaturen angeführt. Die Controltabellen befinden sich im Anhang.

II. A. 1. 2. 3 im Anhang.

gesammter Abfall ist nur ein geringer und beträgt im Mittel 0·3 bis 0·4° C., so dass auf jeden der sieben Centimeter dieses Abschnittes ein Temperaturabfall von etwa 0.05° C. kommt.

In dem mittleren Abschnitt, dessen Ausdehnung ungefähr 4 Cm. beträgt, erfährt der Abfall („ — “) der Zonen plötzlich eine Verminderung. Er kann hier auch vollständig ausbleiben indem sich an seiner Stelle die Temperaturen allerdings meist nur um Hundertel-, selten bis um wenige Zehntelgrade Cels. erheben („ + “).

Die Temperaturen des letzten Abschnittes sinken am schnellsten. Die Grösse ihres Abfalls nimmt um so mehr zu, je mehr sie sich der Peripherie nähern. In der Nähe des vorigen Abschnittes beträgt derselbe für je einen Centimeter schon 0·2 bis 0·3° Cels.

Vergleichende Messungen am secirten Thier führten leicht zu einer genauen anatomischen Localisation der eben bezeichneten Abschnitte. Zu den Wärmebestimmungen dienten Kaninchen, die im Mittel folgende Grössenverhältnisse boten.

Bei einer Länge der Thiere von der Schnauze bis zum Beckenausgang von ca. 38 Cm. ist die letzte Rippe vom Angulus ossium pubis (Taf. IV. Fig I. a b) 16 Cm. entfernt. Davon nimmt die Bauchhöhle bis zu den Cristae oss. il. (a c) — die Ausdehnung der ersten sechs Lendenwirbel — einen Raum von etwa 10 Cm. ein. An die Bauchhöhle schliesst sich das Becken in Form eines Trichters an, dessen Länge — Entfernung der Cristae von den Tuber. oss. isch. (c d) — 6·5 Cm. beträgt. Sein oberer, gegen die Bauchhöhle sich verbreiternder Abschnitt ist von dem Niveau der Ränder der Darmbeine bis zur Symphyse (c e) 4 Cm. lang und endet nach unten in den engen, fast 2 Cm. langen Kanal (e b), der nach vorn durch die drei jederzeits das Foramen obturatum umgebenden Knochen des kleinen Beckens begrenzt wird. Unter der Symphyse (e b) verläuft das Ende des Rectum als ein dünnwandiges Rohr von 3 Cm., das, bis auf die Steissbeinwirbel am Rücken, von allen Seiten fast nur von der Haut umgeben ist.

Dieser Theil (C D) ist demnach der anatomische Bezirk des letzten Abschnittes der Zonentemperaturen, — der

äusseren Zone. In ihm findet jener rapide Temperaturabfall statt, den das Thermometer beim Heraustreten aus dem Beckenring zu erkennen giebt.

In diesem Abschnitt wurden die Temperaturmessungen 1 bis 2 Cm. unterhalb des Schambeinwinkels ausgeführt. Da ungefähr 12 bis 14 Cm. höher der Ort der höchsten Temperatur liegt, so fällt er in die Region etwa des zweiten bis dritten Lendenwirbels, der Nieren, des Magens und der Leber. Der zweite Lendenwirbel befindet sich 6 Cm. über den Rändern der Darmbeine. Der innerste Abschnitt, der Kern, reicht also mit seinem continuirlichen Abfall der Zonen noch 1 Cm. in die Höhle des grossen Beckens hinein.

Mitten zwischen beiden anatomischen Bezirken liegt das Becken. Dieser geschlossene, knöchern muskulöse Ring, dessen Wandungen von den bei weitem massigsten Muskellagen des ganzen Körpers gebildet werden. Hier ist die Region des mittleren Abschnittes, der Zwischenschicht, jener Bezirk, der auf die Temperaturen der Zonen den eigenthümlich retardirenden Einfluss ausübt.

Denkt man sich die Temperaturen sämmtlicher Zonen als Ordinaten auf eine Abscissenaxe (Fig. II. A, X) aufgetragen, deren Länge gleich der Entfernung der wärmsten Stelle (Kerncentrum) von der Körperperipherie, also gleich der halben längeren Axe des Körperellipsoides ist; so giebt die Verbindungslinie der Endpunkte aller Ordinaten, die die Ordinatencurve heissen mag, das Verhalten der Zonentemperaturen zu einander graphisch und am prägnantesten an.

Es sinkt die Ordinatencurve zunächst vom Kerncentrum durch die Schichten der innersten Zone (A C) bis in das Bereich der Zwischenschicht (C D) allmälich und continuirlich. Von da an wird ihr Abfall im Verlauf der mittleren Zone gegen die Abscissenaxe hin geringer und der Winkel spitzer, unter dem ihre Verlängerungslinie mit der Abscissenaxe sich schneidet. Die Neigung der Ordinatencurve gegen die Abscissenaxse kann hier ebenso gleich Null werden, und es kommt vor, dass sie hier selbst eine Umkehr erfährt. Dann läuft sie der Abscissenaxe parallel oder divergirt mit ihr nach der dem Kern entgegenge-

setzten Seite. Noch vor dem Ende des Beckenkanals wird der Gang der Curve noch einmal unterbrochen, um von dieser Stelle (E), — ich nenne sie die Auschlagsgrenze —, in steiler Abschüssigkeit zur Abcscissenaxe abzufallen.

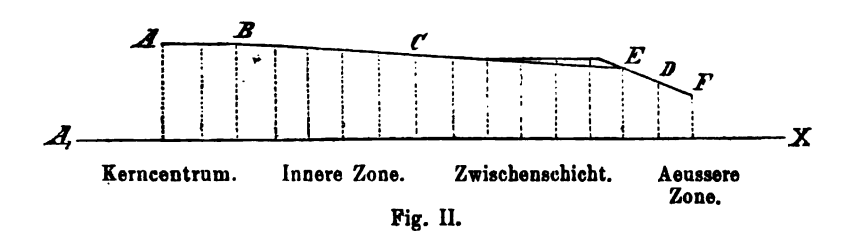


Fig. II.

Der Verlauf der Curve lehrt, dass auch im thierischen Körper die Temperaturen der einzelnen Schichten von der Peripherie nach dem Mittelpunkt hin im Allgemeinen[1]) ansteigen, wie in einer homogenen Kugel, in deren Centrum sich eine Wärmequelle befindet. Aber der Curve fehlt die Continuität, welche einem Wärmestrom auch im thierischen Körper durch Leitung von Schicht zu Schicht beständig von innen nach aussen zu kreisen gestattete. Denn sie ist in der mittleren Zone unterbrochen. An dieser müssen sich daher wie an einem Damm die Wellen dieses Stromes brechen.

B. Der physiologische Temperaturabfall.

Der Verlust der Freiheit und der Mangel der Bewegung sind mit einem Wärmeabfall im Kern verbunden, der in Form einer in ihrer Gestalt constanten Curve auftritt. Die Betheiligung der übrigen Zonen an diesem Abfall festzustellen musste derselbe Weg eingeschlagen werden, mit dessen Hilfe die Zonenwerthe bestimmt worden sind. Doch da es sich hier darum handelt, die Veränderungen festzustellen, welche diese

1) Dass unter gewöhnlichen Verhältnissen die Temperatur der Beckenhöhle niedriger ist, als in der Bauchhöhle, war bereits v. Bärensprung bekannt. Derselbe fand jedoch, das im graviden Körper dieses Verhalten eine Umkehr erfährt. Felix v. Bärensprung: Untersuchungen über die Temperaturverhältnisse des Foetus und des erwachsenen Menschen u. s. w. (Dies Archiv 1851. S. 134.)

Zonenwerthe im Verlauf des physiologischen Temperaturabfalls erleiden, so musste die Bestimmung derselben auf den ganzen Zeitraum des Abfalls ausgedehnt und aus den so gefundenen Resultaten die Art der Betheiligung der einzelnen Zonen erkannt werden.

Kaninchen[1]). Umgeb. 18,7 ° C.

Schicht.	Zonentemperaturen um					
	10 Uhr 47·25'	11 Uhr 16·43'	11 Uhr 49·18'	12 Uhr 31·86'	1 Uhr 28·61'	1 Uhr 43·18'
					Minimale.	
IV[2])	39·675°	38·564°	38·107°	37·500°	**36·877°**	37·599°
V.	39·645	38·535	38·053	37·500	**36·828**	37·597
VI.	39·573	(38·537)	38·044	37·450	**36·734**	37·497
VII.	39·525	38·472	37·950	37·380	**36·664**	37·397
VIII.	39·462	38·396	37·924	37·260	**36·427**	37·122
IX.	39·250	38·158	37·899	36·917	**35·699**	36·389
X.	39·064	36·914(?)	37·287	35·700	**33·634**	34·171

Die Untersuchungen haben, wie vorstehendes Beispiel zeigt, gelehrt, dass sämmtliche Schichten des Thierrumpfes während des physiologischen Temperaturabfalls einen Verlust an Wärme erfahren. Der Modus, nach welchem dieser Wärmeverlust in den einzelnen Schichten auftritt, ist für alle ein und derselbe. Er entspricht vollkommen dem Temperaturabfall im Kern und findet daher in allen Zonen in der für den physiologischen Temperaturabfall charakteristischen Curve statt. Die Minimale und die Schwankungen nach derselben treten ebenso in sämmtlichen Zonen fast zu gleicher Zeit und in gleicher Form auf. Aber die Grösse des Abfalls bis zur Minimalen ist in ihnen keine gleiche. In der äussersten Zone schwankt sie, wie deren Temperaturen. Sind dieselben nicht von vornherein sehr niedrig, so dass der physiologische Abfall ihre absolute Höhe nicht wesentlich herabzusetzen vermocht hat, so pflegen die Abfallsgrössen, also auch die Quotienten dieser Zone die grössten Werthe zu besitzen[3]) Für das Verhalten dieser Werthe in den beiden andern Abschnitten lässt sich für gewöhnlich ein bestimmtes Gesetz

---

1) Anhang II. B. (1) und das folgende Beispiel (2).

2) Die Schichten sind nach Centimetern von 0 (Kerncentrum) abgemessen.

3) Vergl. Anhang II. B. 3. Anmerkung.

nachweisen. **Beide nehmen in den einzelnen Schichten von der Ausschlagsgrenze nach dem Innern des Kernes continuirlich ab.**

Es ergeben sich aus dem angeführten Beispiel folgende Grössen.

Schicht.	Anfangs-temperat.	Minimale.	Abfalls-zeit.	Grösse des Abfalls.	Quotient	Mittelwerthe der Zonen-temperat.
IV.	39·675 °	36·877 °	161·36′	2·798 °	0·0276	38·053 °
V.	39·645	36·828	— —	2·817	0·0278	38·026
VI.	39·573	36·734	— —	2·839	0·0280	37·972
VII.	39·525	36·664	— —	2·861	0·0282	37·898
VIII.	39·462	36·427	— —	3·035	0·029	37·765
IX.	39·250	35·699	— —	3·561	0·035	37·385
X.	39·064	33·634	— —	5·430	0·053	36·128

Der Wärmeverlust, den die Muskelruhe veranlasst, ist demnach in den äusseren Zonen grösser als im Kern. Der Verlauf der Ordinatencurve wird also in Folge des physiologischen Abfalls vom Kern zur Peripher e hin steiler, und die Differenzen zwischen den einzelnen Zonentemperaturen zur Zeit der Minimalen grösser, als sie zur Zeit der Anfangstemperaturen gewesen sind. Während die Curve (Fig. III. A. B. C. D.) also beim physiologischen Abfall in ihrer ganzen Länge zu einem tieferen Niveau (a b c d) herabsinkt, dreht sie sich gewissermaassen um ihren im Kern (A B) gelegenen Mittelpunkt nach der Abscissenaxe (A X) hin. Die Mittelwerthe sämmtlicher Zonentemperaturen geben den mittleren Stand der Curve während dieser Rotation an. An der Ausschlagsgrenze (e) erleidet sie gleichzeitig eine stärkere Knickung, deren Grad von dem Abfall in der äussern Zone (D F) abhängt.

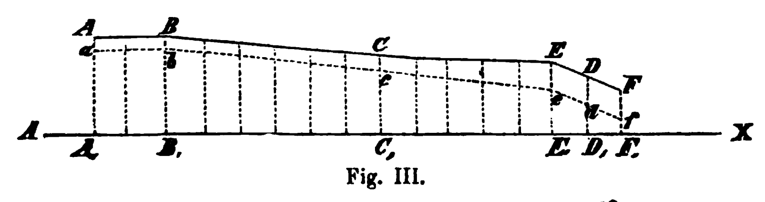


Fig. III.

Die gleiche Form und das gleichzeitige Auftreten dieses Temperaturabfalls in allen Zonen legt das Gleichniss mit einem Strom nahe, dessen Wellen durch alle Schichten des Rumpfes dringen, nachdem sie von einer bestimmten Stelle aus ihre Impulse erhalten haben. Eine Welle nimmt um so mehr an Grösse ab, je mehr sie sich von dem Ort ihres Impulses entfernt. Der Temperaturabfall, der hier die Wellengrösse darstellt, ist aber für gewöhnlich im Kern am kleinsten und wird peripheriewärts grösser und grösser. Von der Peripherie muss also der Impuls für den physiologischen Temperaturabfall ausgehen. Und da er nicht durch einfache Oberflächenabkühlung hervorgerufen ist: denn der Ruhezustand, nicht die Umgebungstemperatur hat ihn veranlasst; so kann er seine Quelle nur in der mittleren Zone haben. In der That „sieht“ man ihn auch hier entstehen, da die Erhebung der Wellen bei den Schwankungen der Constanten in der mittleren Zone ihren Anfang nehmen.[1])

Ist es aber sicher, dass der Temperaturabfall während der Ruhe durch verminderte Wärmebildung in den Muskeln hervorgerufen wird, und ist ferner die mittlere Zone als die Quelle desselben Abfalls nachweisbar: dann liegt nichts näher, als diese Zone mit der Muskulatur der Rumpfwand zu identificiren. Der Bezirk der Zwischenschicht (S. 112) fällt in der That mit dem engen Beckenkanal (Fig. I. B C) der Versuchsthiere zusammen, der bei ihnen nur einen schmalen Durchbruch durch die Rumpfwandung darstellt, — einen engen Communicationsweg zwischen Bauchhöhle und Umgebung durch die an dieser Stelle des Körpers mächtiger als an einer andern entwickelte Muskulatur. Von dieser ist wie von einem muskulösen Hohlcylinder das Thermometer allseitig umschlossen, wenn es jenen Kanal passirt. Ihre Temperaturen können es daher nur sein, die hier den Stand des Quecksilberfadens bestimmen.

Die Identität in der Art des Abfalles bei ruhenden und gelähmten Thieren[2]) weist auf Gleichheit der Ursachen hin. Nur fehlt bei letzteren die Constante mit ihren Schwankungen,

1) S. Anhang II. B. 1. IV. und 2. IV.
2) Anhang II. B. 3.

und das Niveau der Ordinatencurve fällt bei ihnen continuirlich zu der tödtlichen Temperaturgrenze herab. Ebenso steigern auch günstige Einflüsse der Oberflächenabkühlung die Steilheit und die Continuität der Abfallscurve, bis auch diese schliesslich von einer „Constanten“ nicht mehr unterbrochen wird (S. 103—104). Wie hier, deutet auch dort das Resultat auf Gradationen von in ihren Ursachen und Wirkungen sehr verwandten Zuständen hin: bei der Lähmung also auf eine abnorm (pathologisch) unterdrückte Thätigkeit, d. h. Wärmeproduction der Muskeln[1]), die während des physiologischen Abfalles nur gemindert ist. Das Verhältniss dieser Steigerung kann geradezu durch Zahlen genauer bestimmt werden, da es durch den Wärmequotienten ausgedrückt ist. In einer Umgebung von 15—18° Cels. kühlt sich ein, seiner Freiheit durch Fesseln beraubtes Kaninchen (von 900—1300 Gr.) im Mittel um 0·023° Cels., ein Kaninchen mit hoch durchtrenntem Rückenmark um 0·056° Cels. in Einer Minute ab. Die Lähmung erhöht demnach die temperaturherabsetzende Wirkung der Ruhe um mehr als das Doppelte, — im Verhältniss von 1 : 2·4.

Das schnellere Sinken der Temperatur während des Abfalles im Bereich der mittleren Zone kann auch durch directe Beobachtung festgestellt werden, wenn man ein Thermometer in das kleine Becken des Versuchsthieres und gleichzeitig ein zweites durch eine kleine Oeffnung der Bauchdecken in den oberen Theil der Unterleibshöhle einführt. Es wird jedoch dann vermisst, und die Curve sinkt in beiden inneren Zonen gleichmässig, wenn der Temperaturabfall überhaupt langsam erfolgt und die Schichten des Kernes Zeit haben, ihre Temperaturen durch Vorgänge der Leitung mit denen der sich abkühlenden mittleren Zone auszugleichen.

---

2) Zu demselben Resultate kommt auf anderem Wege auch Murri. (Fermo. 1874.)

Kaninchen
mit
hoch | tief
durchschnittenem Rückenmark.
Umgebung 13° C.

Zeit. Std. Min.	Bauchhöhle.	Becken.	Zeit. Std. Min.	Bauchhöhle.	Becken.
12 34·5	38·2°	38·0°	11 38	38·25°	37·55°
Ablesung	38·3	37·9	— 43	38·25	37·5
alle 1'	38·3	37·8	— 48	38·1	37·3
	38·2	37·7	— 50	37·9	37·2
	38·15	37·6	— 58	37·5	36·8
	38·1	37·5	12 2	37·4	36·6
	38·05	37·4		37·3	36·5
— —	— —	— —		37·2	36·4
12 55	37·2	36·3		37·1	36·3
57	37·0	36·15	12 9	— —	— —
	36·90	36·08			
	36·8	35·9			
	36·7	35·8			
	36·67	35·73			
	36·6	35·7			
	36·55	35·6			
— —	— —	— —			
1 18	35·7	34·9			
	35·5	34·7			
	35·48	34·6			
	35·4	34·5			
— —	— —	— —			
1 30	35·0	34·1			

C. Modificationen der Wärmeabgabe.

Ein homogener Leiter mit einem constanten Wärmeherd in seiner Mitte erfährt so lange eine Temperatursteigerung, als die Menge der empfangenen Wärme seinen Verlust an die Umgebung überdeckt. Wenn Verlust und Zuwachs an Wärme in ihm einander gleich werden, stellt er sich in einen stationären Temperaturzustand ein. Seine sämmtlichen Schichten zeigen während desselben von der Wärmequelle nach der Peripherie des Leiters hin beständig abnehmende Temperaturen (Fig. IV. A B). Denn jede vorausgehende Schicht wird nun zur Wärmequelle für die nächstfolgende, und der Einfluss der Oberflächenabkühlung nimmt in umgekehrter Richtung continuirlich ab.

1. Wenn hohe Umgebungstemperatur diese Abkühlung stört und dadurch dem anderen Factor, — dem Wärmezuwachs, — ein Uebergewicht verleiht; dann hört der stationäre Zustand wieder auf, und die Temperaturen des Leiters zeigen die Tendenz, sich vom Wärmeherd zur Peripherie hin auszugleichen. Die Temperaturcurve nähert sich so mehr und mehr der Horizontalen (A C). Sie fällt mit ihr zusammen, wenn die Höhe der Umgebungstemperatur der Temperatur des Wärmeherdes gleich wird, und beginnt endlich vom Centrum nach der Peripherie hin anzusteigen (A D), wenn die Umgebung den Wärmeherd in seiner Temperatur übertrifft.

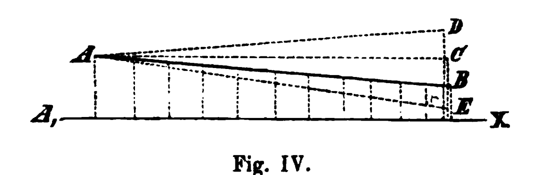


Fig. IV.

Im thierischen Körper, wo unter normalen Verhältnissen die Vorgänge der Regulation einen stationären Zustand mit einem dem homogenen Leiter ähnlichen Abfall der Temperaturcurve vom Kern zur Peripherie dauernd unterhalten, zeigt die Ordinatencurve ein von dem eben geschilderten sehr abweichendes Verhalten, wenn durch Beschränkung der Wärmeabgabe jene Regulation unterbrochen wird.

Sie wartet einen Temperaturausgleich in den Schichten des thierischen Rumpfes nicht ab, sondern steigt unmittelbar und in allen Zonen zu einem höheren Niveau an.

Beispiel: Ein Kaninchen kühlt sich in einer Umgebung von 15° von 39·2 auf 35·5° ab und wird alsdann in einen Wärmeraum von 30–31° Cels. gebracht, wo es im Laufe von 3 Stunden sich zur tödtlichen Temperatur von 53° erwärmt. Die Temperaturen der Zonen ändern sich in folgender Weise:

Schicht.	Zonentemperaturen.[1]				
	Umgebung 15° C.	Umgebung 30–31° C.			
	Std. Min. 9 20 87.	Std. Min. 10 36·78.	Std. Min. 11 8·25.	Std. Min. 11 35·64.	Std. Min. 12 20·58.
0.	39·260°	35·264°	39·507°	40·664°	43·579°
II.	39·165	35·263	38·031	40·544	43·486
IV.	39·153	35·270	38·003	40·612	43·482
VI.	39·078	35·163	37·953	40 623	43·416
VII.	39·068	35·029	37·703	40·395	43·328
VIII.	38·957	34.884	37 398	40·223	43 062
IX.	38·900	34·659	37·054	39·944	42·822
X.	38·724	34·074	36·569	39·828	42·119
IX.	38·630	33·389	36·300	38·832	41·353

Schicht.	Anfangs-temperatur.	Maximale.	Steigzeit.	Wärme-Zunahme.	Quotient.	Mittelwerthe aller Zonen-temperaturen.
0.	35·264°	43·579°	103·8'	8·365°	0 080	39·753°
II.	35·263	43·486	— —	8·221	0 079	39·331
IV.	35·270	43·482	— —	8·212	0·079	37·341
VI.	35·163	43·416	— —	8·253	0·079	38·288
VII.	35·029	43·328	— —	8·299	0·079	39·113
VIII.	34·884	43·062	— —	8·278	0·078	38·891
IX.	34·659	42·822	— —	8·163	0·078	38·619
X.	34·074	42·119	— —	8 045	0·077	38·147
XI.	33·389	41·353	— —	7·964	0·076	37·468

Es fehlt also im Thierkörper bei der Wärmestauung die Tendenz eines Temperaturausgleiches der Schichten auf Kosten der mittleren Zone, und die Wärmeproduction an allen Punkten des Körperradius gestattet es nicht, dass die Steilheit der sich erhebenden Ordinatencurve abnimmt. Im Uebrigen entwickeln sich die höchsten Grade der Wärmestauung im lebenden unfreien Thiere schon dann, wenn die Temperatur der Umgebung noch weit unter der seiner eige-

1) Anhang C. a (1) u. f.

nen steht, wenn also die Differenz beider einen Temperaturausgleich sämmtlicher Schichten physikalisch unmöglich macht.

In einer an Wasserdampf mässig reichen Atmosphäre geräth ein Kaninchen von gewöhnlicher Grösse bei 20—21° Cels. auf jenen labilen Temperaturgleichgewichtspunkt, von dem aus es leicht den physiologischen Abfall oder eine Temperaturzunahme je nach der Art der Temperaturänderung in der Umgebung erfährt. Bei kleineren Geschöpfen liegt dieser Schwellenwerth entsprechend tiefer. Eine kleine Maus von 16 Gr. erlitt in einer Umgebung von 15° Cels. während weniger als einer Stunde einen physiologischen Abfall von 38° Cels. auf 31° Cels. und erwärmte sich wiederum in einer Umgebung von 18° Cels. rapide um 2° während 6 Minuten. Hier musste also jener labile Gleichgewichtspunkt bei 16—17° einer an Wasserdampf armen Atmosphäre liegen.

Und hebt sich, wenn die Wärmestrahlung behindert ist, die Temperaturcurve in allen Zonen gleichzeitig und, sieht man von der labileren äusseren Zone ab, die hier nicht in Betracht kommt, auch mit nahezu derselben Geschwindigkeit, so kann auch eine Zunahme dieser Behinderung in höher temperirter Umgebung wohl den Eintritt einer lethalen Wärmestauung, aber nicht denjenigen eines Temperaturausgleiches der Zonen im thierischen Körper beschleunigen.

2. Eben so wenig, als während der Wärmestauung die Steilheit der Ordinatencurve bis zur Ausschlagsgrenze geringer wird, eben so wenig nimmt sie zu, wenn vermehrte Oberflächenabkühlung eine Herabsetzung der Körperwärme des Thieres zur Folge hat.

Beispiel: Ein kleines Kaninchen in einer Umgebung von 0°[1])

Schicht.	Zonentemperaturen um			Mittelwerthe der Zonentemperaturen.
	11 h. 4·25'	11 h. 20·45'	11 h. 35·33'	
II.	31·05°	26·82°	23·263°	27·044°
IV.	30·90	26·712	23·266	26·959
VI.	30·632	26·562	23·246	26·813
VII.	30 530	26·495	23·233	26·752
VIII.	30·575	26·412	23·146	26·711
IX.	30·462	26·399	23·082	26·647

1) Anhang II. C. b (3).

Schicht.	Anfangs-temperatur.	Minimale.	Abfalls-zeit.	Grösse des Abfalles.	Quotient.
II.	31·05°	23·263°	31·08'	**7·787°**	**0·259**
IV.	30·90	23·266	— —	**7·643**	**0·245**
VI.	30·632	23·246	— —	**7·386**	**0·237**
VII.	30·530	23·233	— —	**7·297** (!)	**0·234**
VIII.	30·575	22·146	— —	**7·429**	**0·239**
IX.	30·462	24·082	— —	**7·380**	**0·237**

Im homogenen Leiter wird dagegen die Curve des stationären Zustandes (Fig. IV. A B) unter gleichen Verhältnissen abschüssiger (A E). Denn die Oberflächenabkühlung kommt vor Allem an seiner Peripherie zur Geltung, während die inneren Schichten des Leiters um so mehr durch ihre Lage vor Wärmeverlust geschützt sind, je mehr sie sich seinem Mittelpunkt nähern.

Es dreht sich also hier um diesen Punkt die Curve bei vermehrtem Wärmeverlust nach abwärts, so wie sie eine Rotation nach der entgegengesetzten Richtung vollführt, wenn die Wärme im Leiter sich zu stauen beginnt.

Diese Drehungen führt die Ordinatencurve im Thierkörper während derselbe seine Temperaturen unter den die Wärmeabgabe modificirenden Einflüssen ändert, nicht aus (Fig. V). Sie steigt ($a_{,}$—$f_{,}$) und sinkt (a—f) in ihrer gesammten Ausdehnung, und während sie so ihr Niveau wechselt, bleibt ihre relative Gestalt, — die Neigung und der Abfall zur Ausschlagsgrenze, — bestehen.

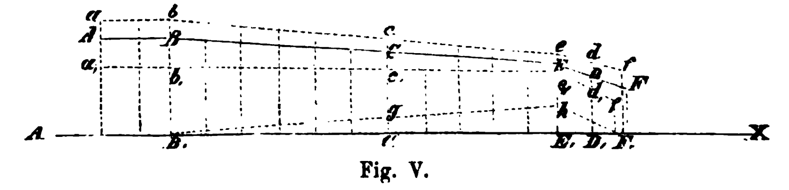


Fig. V.

Daraus folgt, dass im Thierkörper dem Kern die Tendenz einer höheren Temperaturconstanz, als sie die mittlere Zone

besitzt, nicht eigen ist, und dass der mittleren Zone keine geringere Temperaturbeständigkeit zukommt, als dem von ihr eingeschlossenen innersten Abschnitt.

Nun ist die Zwischenschicht die Quelle des physiologischen Abfalles, und von ihr gehen auch die Anregungen für den Temperaturwechsel des Kernes bei Aenderungen der Wärmeabgabe aus: denn nächst der Peripherie des Körpers müssen die Einflüsse der Umgebungstemperatur erst diese Zone treffen, bevor sie zum Kern gelangen können. Und weil Kern und Zwischenchicht unter diesen Bedingungen ihre Temperaturen stets in gleichem Sinne ändern, und weil das relative Verhalten dieser Temperaturen nahezu das gleiche bleibt, so muss gefolgert werden, dass der Stand der Temperaturen des Kernes durch die Temperaturhöhe der mittleren Zone bestimmt ist, dass für den im Kern entspringenden Wärmestrom die mittlere Zone gleichsam die Schleuse darstellt, die das Niveau desselben beherrscht. Und wenn sich die Schleuse hebt oder senkt, so folgen ihrem Stande die Fluten, die sich hinter ihr sammeln.

Die mittlere Zone ist aber von allen diejenige, welche die Fähigkeit, ihre Temperatur constant zu erhalten, im höchsten Grade besitzt: denn sie beherbergt unter ihnen die thätigsten Wärmequellen. Diese Fähigkeit kommt bei sehr energischem Temperaturwechsel und gut entwickelter Muskulatur des Thierkörpers sehr schön zum Ausdruck [1]). Am Becken nämlich, wo die Muskeln den Charakter ihrer Zone durch die Mächtigkeit ihrer Lage am besten hervortreten lassen, unterliegt dann die Zwischenchicht den Einflüssen jenes Temperaturwechsels langsamer als die äussere Zone und der Kern, auf den sie durch die dünne Wandung des Bauches hindurch sich leicht übertragen. Wenn daher die Ordinatencurve unter diesen Verhältnissen ihr Höhe ändert, dann führt sie gleichzeitig Rotationen aus (Fig. VI), — aber nicht wie im homogenen Leiter um ihr centrales Ende, sondern um einen in der Ausschlagsgrenze (E)

---

1) Anhang II. C. a (3), C. b. (1 u. 2).

liegenden Drehpunkt und ebenso nicht mit gleicher Tendenz wie in ihm: denn bei der Erhebung **entfernt** sie sich von der Abscissenaxe (a A $>$ e E), und beim Sinken wendet sie sich derselben zu (A a, $>$ E e,). In letzterem Falle resultirt aus dem **Wärmeverlust** des Thierkörpers die merkwürdige Thatsache, dass die Temperaturen der Zonen vom Kern peripheriewärts in der Richtung zum Becken continuirlich **steigen** (a, ... e,). Erfolgt so unter zunehmender Abkühlung der Tod des Versuchsthieres, dann vollführt die Curve, während sie sinkt, noch eine zweite Drehung[1]). Zunächst liegt der Drehpunkt in der Ausschlagsgrenze, bis der Kern die Temperatur der Umgebung erreicht hat (A B). Dann wird der Kern selbst zur Axe, um welche die Curve (B, g h) so lange rotirt, bis auch die mittlere Zone zum Temperaturniveau des Kernes (A, B,) herabgesunken ist.

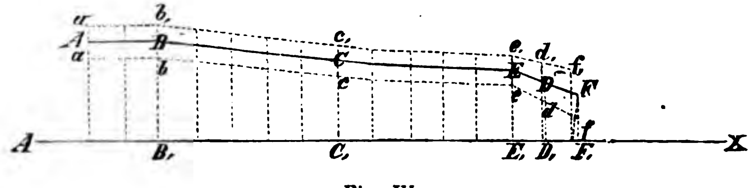


Fig. VI.

So spielt im Thierkörper schon die mittlere Zone die Rolle, die im homogenen Leiter erst an den Kern gefesselt ist. Und weil im Thierkörper die Wärmezonen präformirte Bezirke sind, die ihren Charakter unter allen Bedingungen der Wärmeabgabe in unverrückbaren Grenzen beibehalten, und die sich nicht, wie die hypothetischen Zonen des homogenen Leiters, mit jedem Wechsel der Wärmeabgabe in ihrer Grösse und Ausdehnung ändern; so muss jene Thatsache für den ganzen Wärmehaushalt im lebenden Thiere von der grössten Bedeutung sein. Denn die Wärmeherde der mittleren Zone unterbrechen

1) Anhang II. C. b (4).

die Continuität des Temperaturabfalles vom Kern zur Peripherie (normale Ordinatencurve) und machen dadurch einen der Wärmeleitung analogen Vorgang durch die Schichten des Thierkörpers geradezu unmöglich. Unter normalen Verhältnissen muss daher die Muskulatur ihre Tendenz der Temperaturbeständigkeit auf die von ihr eingeschlossene Zone übertragen. Sie wird so zu einem Schutzwall für die innern Temperaturen des Körpers, zur wichtigsten Stütze jener „Homöothermie", an die bei höheren Thieren die Lebensfunctionen gebunden sind.

Königsberg i. Pr., Januar 1875.

Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

1875. No. 2.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S,
J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 9—17. Tafel V. u. VI.

HEFT II.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Juli 1875.

II. Die Temperaturen der Zonen.

A. Die Norm.

1. Umgebung 16·2° C.

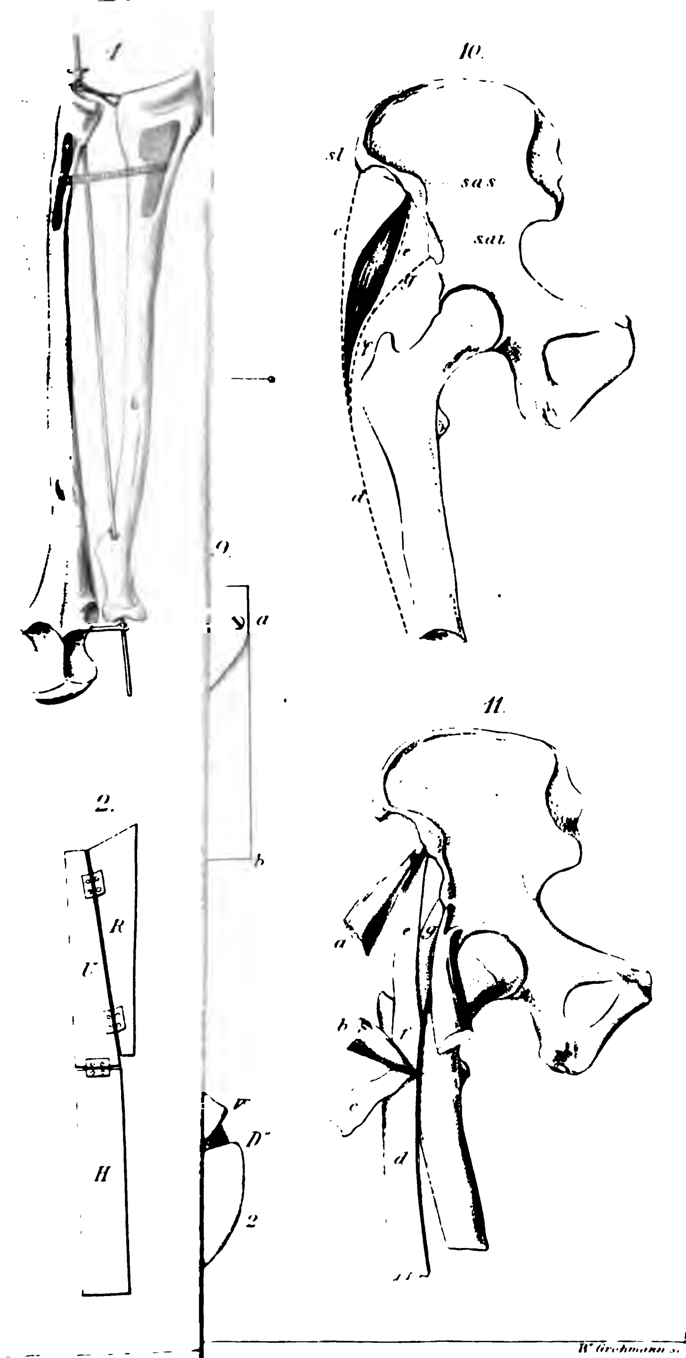
Schicht.	Control-Tabellen. Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen °C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen °C.	Mittlere Zeit.	Berechnung. Mittl. Temp. d. Zonen. °C.	Quotient.	Zonentemperatur. z. mittl. Zeit 3U. 34 59
								3 34·57
0.	3 27·5	38·75	3 35·8	38·3	3 31·65	38·525	0·054	38·368
II.	— 28·75	38·8	— 36·25	38·4	— 32·50	38·6	0·053	38·491
IV,	— 29·5	38·6	— 37·5	38·3	— 33·5	38·45	0·037	38·40
VI.	— 29·9	38·5	— 37·8	38·1	— 33·85	38·3	0·050	38·264
VII.	— 30·1	38·4	— 38·3	38·0	— 34·2	38·2	0·048	38·183
VIII.	— 30·5	38·35	— 39	38·0	— 34·75	38·175	0·041	38·182
IX.	— 31	38·31	— 39·25	37·9	— 35·125	38·105	0·049	38·132
X.	— 32	38·2	— 39·9	37·9	— 35·95	35·05	0·037	38·101
XI.	— 32·5	38·1	— 40·1	37·8	— 36·3	37·95	0·039	38·017
XII.	— 33	37·72	— 41	37·52	— 37·0	37·62	0·025	37·680
					Mittel 3 34·57			

2. Umgebung 16·0° C.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen °C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen °C.	Mittlere Zeit.	Mittl. Temp. d. Zonen. °C.	Quotient.	Zonentemperatur z. mittl. Zeit
								3 33·27
0.	3 27	39·8	3 34	39·25	3 30·5	39·525	0·078	39·309
II.	— 28	39·3	— 34·5	39·0	— 31·25	39·15	0·046	39·058
IV.	— 28·5	39·2	— 35·5	38·8	— 32·0	39·00	0·057	38·928
VI.	— 29·5	39·0	— 36	38·7	— 32·75	38·85	0·046	38·827
VIII.	— 30	39·1	— 36·4	38·8	— 33·25	38·95	0·046	38·95
IX.	— 30·5	39·15	— 36·9	38·81	— 33·5	38·98	0·056	39·10
X.	— 31	39·2	— 37	38·9	— 34	39·05	0·050	39·054
XI.	— 31·5	39·2	— 37·5	38·90	— 34·5	39·0	0·050	39·006
XII.	— 32	39·15	— 38	38·8	— 35	38·975	0·058	39·075
XIII.	— 32·5	38·8	— 39·5	38·5	— 36	38·65	0·042	38·764
					Mittel 3 33·27			

3. Umgebung 15·5° C.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen °C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen °C.	Mittlere Zeit.	Mittl. Temp. d. Zonen. °C.	Quotient.	Zonentemperatur z. mittl. Zeit
								3 36·75
0.	3 30	40·1	3 38	39·5	3 34	39·8	0·075	39·594
II.	— 30·75	40·0	— 38·5	39·4	— 34·62	39·7	0·077	39 536
IV.	— 31·5	39·70	— 39·5	39·1	— 35·5	39·4	0·075	39·307
VI.	— 31·75	39·6	— 39·75	39·0	— 35·75	39·3	0·075	39·225
VII.	— 32·25	39·4	— 40	38·9	— 36·625	39·15	0·057	39·143
VIII.	— 32·75	39·4	— 40·5	38·97	— 36·625	39·18	0·055	39·174
IX.	— 33·25	39·45	— 41	39·0	— 37·125	39·225	0·058	39·246
X.	— 33·5	39·5	— 41·25	39·0	— 37·375	39 25	0·064	39·290
XI.	— 34	39·53	— 41·75	39·05	— 37·875	39·29	0·062	39·359
XII.	— 34·5	39·4	— 42	39·0	— 38·25	39·20	0·053	39·279
XIII.	— 35	39·2	— 42·5	38·87	— 38·75	39·035	0·044	39·123
XIV.	— 35·25	38·9	— 42·75	38·7	— 39·0	38·8	0·026	38 858
					Mittel 3 76·75			



Welcker del.

W. Grohmann sc.



A

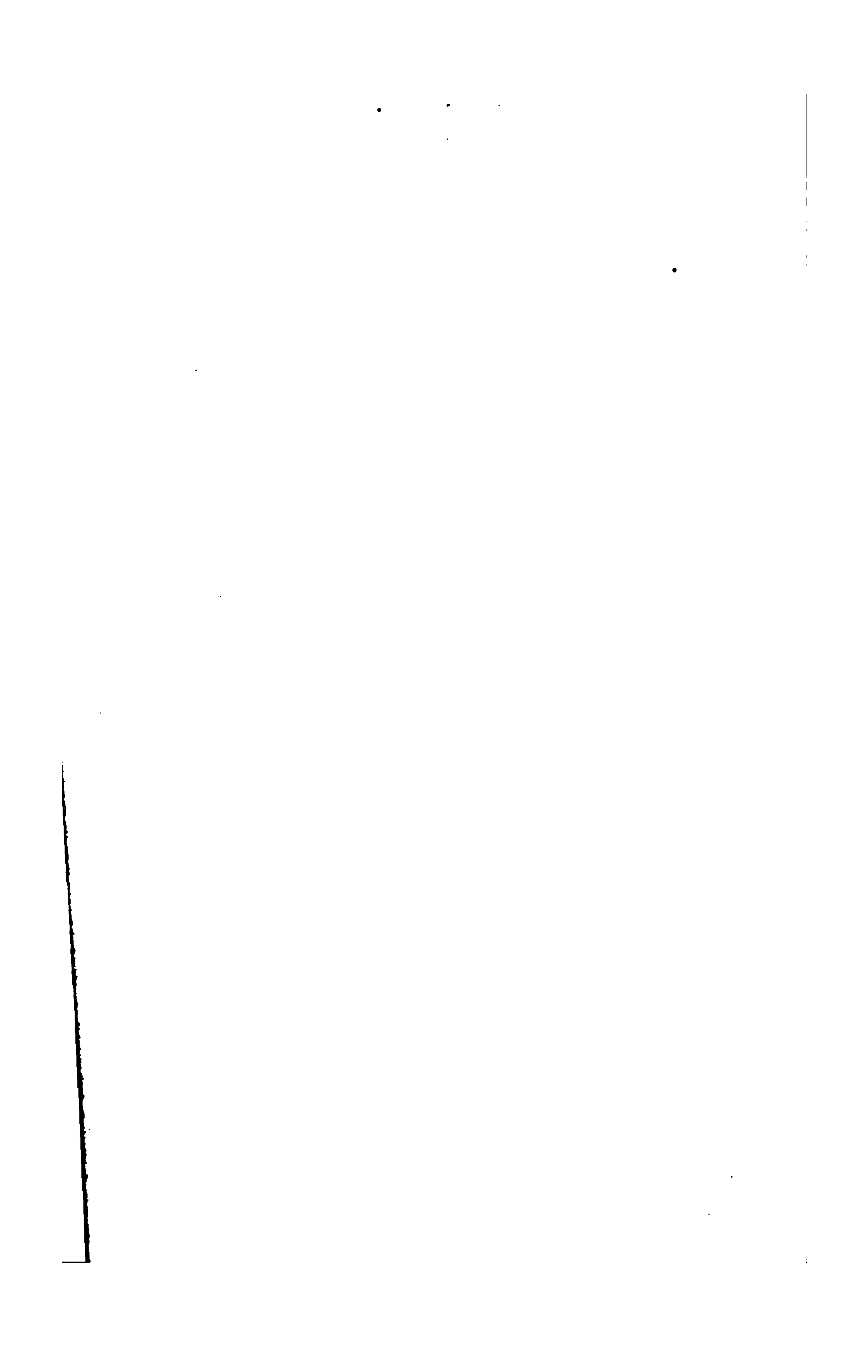


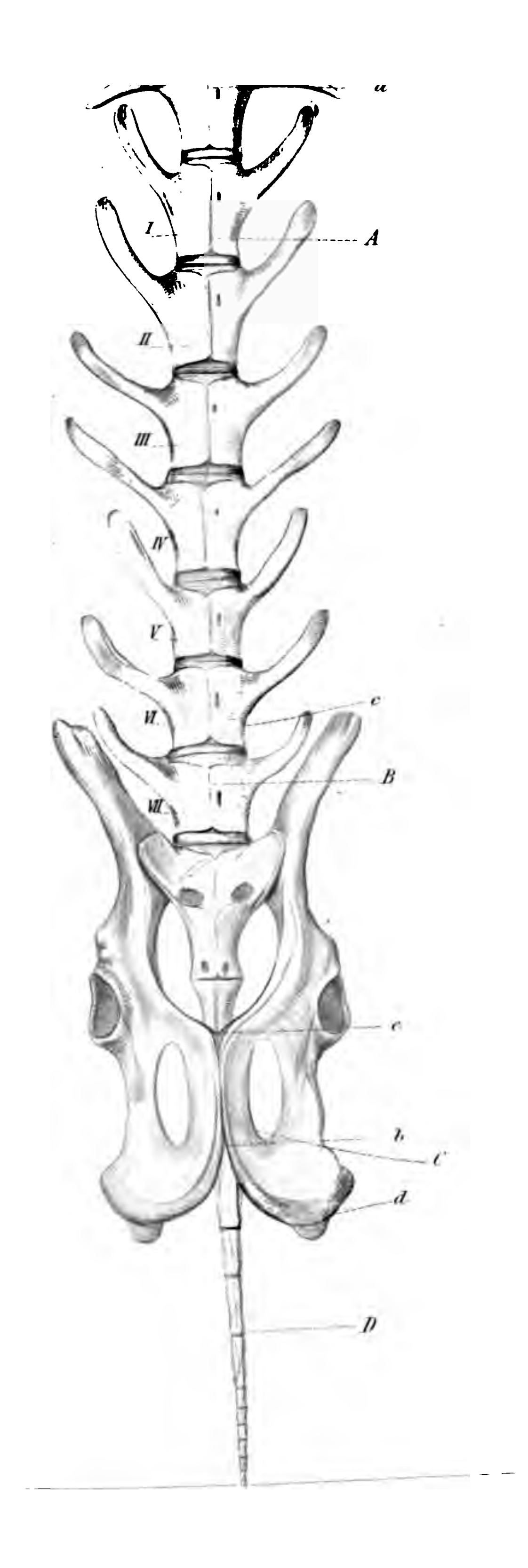
Patenko del

B

Dönitz del

T. Gisch...





a
I
A
II
III
IV
V
VI
c
B
VII
e
b
C
d
D



Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

1875. No. 2.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

D^r. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

D^r. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 9—17. Tafel V. u. VI.

HEFT II.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Juli 1875.

Inhalt des zweiten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

B. Der physiologische Temperaturabfall.

1. Umgebung 18·7 ° C.

Schicht.	Control-Tabellen. Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. °C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. °C.	Mittlere Temper. U. Min.	Berechnung. Mittlere Temper. d. Zonen. °C.	Quotient.	Zonentemper. zur mittleren Zeit:
I.								10 47·25
IV.	10 33	40·4	10 58·5	39·1	10 45·75	39·75	0·050	39·675
V.	— 35·5	40·3	— 57	39·1	— 46·25	39·70	0·055	39·645
VI.	— 37·5	40·1	— 56	39·1	— 46·75	39·60	0·054	39·573
VII.	— 38	40·0	— 55·5	39·1	— 46·75	39·55	0·051	39·525
VIII.	— 40	39·85	— 54	39·1	— 47·0	39·475	0·053	39·462
IX.	— 45	39·35	— 53	39 0	— 49·0	39·175	0·043	39·250
X.	— 47·5	39·3	— 51	38 6	— 49·25	38·950	0·114	39·064
					10 47·25			
II.								11 16·43
IV.	11 4	38·8	11 30·5	38·3	11 17·25	38·55	0·018	38·564
V.	— 4·5	38·8	— 30	38·3	— 17·25	38·55	0·019	38·535
VI.	— 5	38 7	— 29	38·3	— 17·25	38·55	0·016	38·537
VII.	— 5·5	38·7	— 27	38·25	— 16·25	38·75	0·020	38·472
VIII.	— 6·5	38·65	— 26	38·15	— 16·25	38·40	0·025	38·396
IX	— 7	38·5	— 23·5	37·9	— 15·25	38·20	0·036	38·158
X.	— 12	37·8	— 19	36·4	— 15·5	37·10	0·200	36·914
					11 16·43			
III.								11 49·18
IV.	11 36	38·3	12 3·5	37·9	11 49·75	38·1	0·014	38·107
V.	— 36·5	38·2	— 2·5	37·9	— 49 5	38·05	0·011	38·053
VI.	— 38	38·2	— 1·5	37·9	— 49·75	38 05	0·012	38·044
VII.	— 38·5	38·1	12 —	37·8	— 49·25	37·95	0·013	37·950
VIII.	— 40	38·05	11 58	37·9	— 49·00	37·925	0·008	37·924
IX.	— 40·5	38 0	— 57·5	37·8	— 49·00	37·900	0·011	37·899
X.	— 43	37·75	— 53	37·0	— 48·00	37·375	0·075	37·287
					11 49·18			
IV.								12 31·86
IV.	12 14	37·5	12 57	37·5	12 35·5	37·50 }	0·000	37·500
V.	— 14·5	37·5	— 50·5	37·5	— 32·5	37·50 } 0	0·000	37·500
VI.	— 15	37·4	— 49	37·5	— 32·0	37·45 }	0·002	37 450
VII.	— 17	37·25	— 48	37·5	— 32·5	37·375 }	0·008	37·380
VIII.	— 19	37·1	— 43	37·4	— 31·00	37·25 } +	0·012	37·260
IX.	— 21	36·83	— 42	37·0	— 31·5	36·915 }	0·008	36·917
X.	— 23	35·7	— 33	35·7	— 28	35·700 0	0·000	35·700
					12 31·86			

Schicht.	Control-Tabellen. Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen °C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. °C.	Mittlere Temper. U. Min.	Berechnung. Mittlere Temper. d. Zonen. °C.	Quotient.	Zonentemper. zur mittleren Zeit:
V.								1 28·61
IV.	1 12	36·8	1 46·5	36·95	1 29·25	36 875	0·004	36·877
V.	— 13	36·75	— 46	36·90	— 29·5	36·825	0 004	36·828
VI.	— 14·5	36·6	— 45	36·85	— 29·75	36·725	0·008	36·7[illegible]4
VII.	— 15	36·5	— 43	36·82	— 29 00	36·66	0·011	36·664
VIII.	— 18	36·35	— 40	36 5	— 29·00	36·425	0·006	36·427
IX.	— 20·5	35·8	— 36·5	35·6	— 28·5	35·700	0·01[illegible]	[illegible]99
X.	— 22·5	34·4	— 28	33·7	— 28·25	34·00	0·109	33·634
					1 28·61			
VI.								1 43·18
IV.	3 30	37·7	3 56	37·5	3 43	37·6	0·007	37·599
V.	— 30	37·7	— 55·5	37 5	— 42·75	37·6	0·007	37 597
VI.	— 30·5	37·6	— 55	37·4	— 42·75	37·5	0·008	37 497
VII.	— 31	37·5	— 54·5	37·3	— 42·75	37·4	0·008	37·397
VIII.	— 33	37·35	— 53	36·9	— 43	37·125	0·022	37·122
IX.	— 35	36·7	— 52	36·1	— 43·5	36·400	0·035	36·389
X.	— 40	34·3	— 49	34·1	— 44·5	34·200	0·022	34·171
					1 43·18			

Schicht.	Anfangs-Temprat. °C.	Minimale. °C.	Abfallszeit. Min.	Temperat.-Abfall. °C.	Quotient.	Mittelw. aller Zonen-Temper.
IV.	39·675	36·877	161·36	2·798	0·0276	38·053
V.	39·645	36·828	—	2·817	0·0278	38·026
VI.	39·573	36·734	—	2·839	0·0280	37·972
VII.	39·525	36·664	—	2·861	0·0282	37·898
VIII.	39·462	36·427	—	3·035	0·029	37·765
IX.	39·250	35·699	—	3·561	0·035	37·385
X.	39·064	33·634	—	5·430	0·053	36·128

2. Umgebung 16·0° C.

Schicht.	Control-Tabellen. Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. °C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. °C	Mittlere Zeit. U. Min.	Berechnung. Mittlere Temper. d. Zonen. °C.	Quotient.	Temper. d. Zonen zur mittleren Zeit:
I.								12 27·47
IV.	11 50·5	35·1	12 47	34·2	12 18·75	34·65	0·015	34·520
V.	— 51	35·0	— 48	34·2	— 19·5	34·60	0·014	34·489
VI.	— 59	34·8	— 49	34·25	— 24	34·525	0·015	34·473
VII.	12 9	34·65	— 51	34 2	— 30	34·425	0·010	34·445
VIII.	— 16	34·5	— 53	33·9	— 35	34·05	0·023	34·223
IX.	— 30	33·2	— 55	32·8	— 42·5	33·00	0·016	33·240
X.	— 38	30·8	1 2	30	— 50·0	30·40	0·033	31·143
					12 27·47			

Schicht.	Control-Tabellen. Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Berechnung. Mittlere Temper. d. Zonen. ° C.	Quotient.	Temper. der Zone zur mittleren Zeit:
II.								1 27·75
IV.	1 23	34·0	1 32	33·8	1 27·5	33·900	0·022	33·895
V.	— 22·5	34·0	— 34	33·75	— 28·25	33·875	0·021	33·885
VI.	— 21	34·0	— 36	33·6	— 29·25	33·800	0·029	33·843
VII.	— 19	33·9	— 37·5	33·5	— 28·25	33·700	0·021	33·710
VIII.	— 14	33·1	— 42·5	33·0	— 28 25	33·050	0·003	33·051
IX.	— 11	31·6	— 44·5	31·8	— 27·75	31·700	0·005	31·700
X.	— 4	30·0	— 48	29·6	— 25·00	29·800	0·008	29·778
					1 27·75			
III.								3 44·32
IV.	3 20	33·0	4 19	33	3 49·5	33·0	0·000	33·000
V.	— 22	33	— 16	32·95	— 49·0	32·952	0·000	32·952
VI.	— 23·5	33	— 14·5	32·85	— 49·0	32·925	0·002	32·925
VII.	— 25	33	— 11	32·8	— 48·0	32·9	0·004	32·895
VIII.	— 36	33·0	— 6·5	32·3	— 51·25	32·65	0·002	32·692
IX.	— 40	32·4	— 0·5	30·1	— 50·25	31·25	0·112	31·354
X.	— 44·5	31·2	— 52	28·7	— 48·25	29·95	0·333	29·594
					3 49·32			
IV.								5 5·22
IV.	4 30	32·9	5 23	32·4	4 56·5	32·65	0·009	32·572
V.	— 33·5	32·7	— 25	32·4	— 59·25	32·55	0·005	32·521
VI.	— 39	32·7	— 25·5	32·3	5 0·75	32·5	0·008	32·465
VII.	— 40·5	32·45	— 27·5	32·1	— 4·25	32·3	0·009	32·298
VIII.	— 43	32	— 30	31·9	— 6·5	31·95 } +	0·002	31·952
IX.	— 45	30·9	— 31	31·1	— 8·0	31·0 } +	0·002	30·995
X.	5 1	29·3	— 41·5	29·9	— 21·25	29·6 } +	0·014	29·376
					5 5·22			
V.								5 52·92
IV.	5 23	32·4	5 45	33·0	6 2·5	33·3 } +	0·017	33·138
V.	— 25	32·4	— 46·5	32·8	5 35·75	32·6 } +	0·018	32·909
VI.	— 25·5	32·3	— 47·5	32·7	— 36·5	32·5 } +	0·018	32·795
VII.	— 27·5	32·1	— 51	32·7	— 39·5	32·4 } +	0·026	32·748
VIII.	— 30	31·9	— 53	32·6	6 1·5	32·6	0·000	32·600
IX.	— 31	31·1	— 56	31·7	— 4·5	31·5	0·023	31·766
X.	— 41·5	29·9	6 5	29·2	— 10·25	29·1	0·019	29·429
					5 52·92			

Schicht.	Anfangs-Temper. ° C.	Minimale. ° C.	Abfalls-zeit. Min.	Temper.-abfall. ° C.	Quotient.	Mittelw. aller Zonen-Temper.
IV.	34·520	32·572	277·75	1·948	0·0059	33·425
V.	34·489	32·521	—	1·968	0·0060	33·350
VI.	34·473	32·465	—	2·008	0·0061	33·300
VII.	34·445	32.298	–	2·147	0·0065	33·219
VIII.	34·223	31·952	—	2·271	0·0069	32·903
IX.	33·240	30·995	—	2·245	0·0068	31·811
X.	31·143	29·376	—	1·767	0·0054	29·864

Zonentemperaturen nach Rückenmarksdurchschneidung.

3. Umgebung 17·5 ° C.

Schicht.	Control-Tabellen, Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Mittlere Temper. U. Min.	Berechnung. Mittlere Temper. d. Zonen. ° C.	Quotient.	Temper. der Zone zur mittleren Zeit:
I.				Vor der Lähmung.				
								10 32·31
II.	10 25	39·8	10 34	39·1	10 29·5	39·45	0 077	39·234
IV.	— 27	39·5	— 34·5	39·1	— 30·75	39·3	0·053	39·217
VI.	— 27·5	39·3	— 35	39·05	— 31·25	39·175	0·033	39·140
VII.	— 29	39·2	— 35·5	39·0	– 32·25	39·100	0·030	39·099
VIII.	— 29·5	39·2	— 36	38·9	– 32·75	39·05	0·046	39·070
IX.	— 30	39·1	— 36·5	38.7	— 33·25	38·90	0·061	38·957
X.	— 30·5	38·7	— 37	38·6	– 33·75	38·65	0·015	38·672
XI.	— 31	38·3	— 39	37·8	— 35·0	38·05	0·055	38·198
					10 32·31			
II.				Nach der Halsmarktrennung.				
								11 30·9
II.	10 16	36·2	11 38	35·65	11 27	35·925	0·025	35·828
III.	— 16·5	36·2	— 39	35·6	— 27·75	35·900	0·026	35·819
IV.	— 17·0	36·15	— 40	35·55	— 28·5	35 85	0·026	35·788
V.	— 18	36·05	— 41·0	35·40	– 29·5	35·725	0·028	35·686
VI.	— 18·5	36·0	— 41·5	35·40	— 30·0	35·700	0·026	35·677
VII.	— 20	35·85	— 42	35·3	— 31·0	35·575	0·025	35·577
VIII.	— 21	35·45	— 43	34·8	· 32·0	35·125	0·029	35·156
IX.	— 21·5	35·3	— 45	34·4	— 33·25	34·85	0·038	34·939
X.	— 22	35·1	— 46	33·9	— 34·0	34·5	0·050	34·505
XI.	— 23	33·7	— 49	32·2	— 36·0	32·95	0·060	33·256
					11 30·9			
III.								12 16·22
II.	12 —	35·32	12 21 5	35·15	12 10·75	35·235	0·008	35·202
III.	— 3	35·30	— 22	35·1	– 12·5	35·200	0·010	35·163
IV.	— 4	35·2	— 22·5	35·1	— 13·25	35·150	0·005	35·136
V.	— 5	35 1	— 23·5	34·95	— 14·25	35·025	0·008	35·010
VI.	— 5·5	35·05	— 24·5	34·9	— 15·0	34·975	0·007	34·967
VII.	— 6·5	34·95	— 25·5	34·75	– 16·75	34·85	0·011	34·855
VIII.	— 9	34·7	— 26	34·3	– 17·5	34·5	0·023	34·529
IX.	— 10	34·2	— 28	33·6	— 18	33·9	0·033	33·959
X.	— 14	33·6	— 29	33·2	— 21·5	33·4	0·026	33·537
XI.	— 16	31·6	— 31	31·4	— 23·5	31·5	0·013	31·594
					12 16·22			

Schicht.	Control-Tabellen. Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Mittlere Temper. U. Min.	Berechnung. Mittlere Temper. d. Zonen. ° C.	Quotient.	Temper. der Zone zur mittleren Zeit:
IV.								1 15·20
II.	12 56·5	34·9	1 21·5	34·8	1 9·0	34·85	0·004	34·848
III.	— 58	34·85	— 22	34·8	— 9 5	34·85	0·004	34·848
IV.	— 58·5	34·85	— 22·5	34·75	— 10·5	34·755	0·004	34·737
V.	1 —	34·75	— 23	34·7	— 11·5	34·725	0·002	34·718
VI.	— 0·5	34·75	— 23·5	34·65	— 12·0	34·700	0·004	34·688
VII.	— 1·5	34·6	— 25	34·35	— 13·75	34·475	0·011	34·460
VIII.	— 3·5	34·3	— 26	33·9	— 14·75	34·100	0·017	34·093
IX.	— 8	33·7	— 29	33·65	— 18·5	33·675	0·002	33·681
X.	— 10	33·3	— 31	32·9	— 21	33·100	0·018	33·204
XI.	— 16	31·5	— 37	30·0	— 26·5	30·75	0·071	31·550
					1 15·20			
V.								3 56·2
II.	3 12·5	34·5	4 20	34·8	3 46·25	34·65	0·004	34·689
III.	— 25	34·45	— 20·0	34·8	— 52·5	34·625	0·006	34·647
IV.	— 25·5	34·4	— 21·0	34·7	— 53·25	34·55	0·005	34·564
V.	— 26	34·3	— 21·5	34·5	— 53·75	34·400	0·003	34·407
VI.	— 27·5	34·25	— 22·5	34·4	— 55·0	34·325	0·002	34·327
VII.	— 28	34·1	— 24·0	34·25	— 56	34·175	0·002	34·175
VIII.	— 29	33·7	— 28	33·4	— 58·5	33·55	0·005	33·561
IX.	— 30	33·4	— 30	32·8	4 —	33·10	0·010	33·138
X.	— 30·5	33·0	— 32	31·6	— 1·25	32·30	0·022	32·411
XI.	— 38	30·5	— 33	29·0	— 5·5	29·75	0·027	30·001
					3 56·2			

Schicht.	Zonentemper. um 11 30·9.	Zonentemper. um 3 56·2	Temperaturabfall.
II.	35·828	34·689	1·139
III.	35·819	34·647	1·172
IV.	35·788	34·564	1·224
V.	35·686	34·407	1·279
VI.	35·677	34·327	1·350
VII.	35·577	34·175	1·402
VIII.	35·156	33·561	1·595
IX.	34·939	38·138	1·801
X.	34·505	32·411	2·094
XI.	33·256	30·001	3·257

Erneute Messung an demselben Thier nach einer Pause von ca. 2 Stunden.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Mittlere Temper. U. Min.	Mittlere Temper. d. Zonen. ° C.	Quotient.	Temper. der Zone zur mittleren Zeit:
VI.								5 24·97
II.	5 16	33·7	5 27	33·2	5 21·5	33·45	0·045	33·394
III.	— 16·5	33·6	— 27·5	33·2	— 22·5	33·40	0·036	33·312
IV.	— 17	33·5	— 28	33·1	— 22·5	33·3	0·036	33·212
V.	— 18	33·3	— 29	33·0	— 23·5	33·15	0·027	33·111
VI.	— 18·5	33·2	— 29·5	33·0	— 24·0	33·1	0·018	33·083
VII.	— 19·5	33·1	— 30	32·8	— 24·75	32·95	0·028	32·944
VIII.	— 20·5	32·7	— 31	32·5	— 25·75	32·6	0·019	32·618
IX.	— 22	31·95	— 32	32·2	— 27·00	32·075	0·025	32·025
X.	— 23	31·4	— 33·5	31·85	— 28·25	31·625	0·042	31·488
XI.	— 25	29·5	— 35	30·70	— 30·00	30·100	0·120	29·497
					5 24·97			

Schicht.	Control-Tabellen. Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Zeit. U. Min.	Temp. der Zonen. ° C.	Mittlere Temper. U. Min.	Berechnung. Mittlere Temper. d. Zonen. ° C.	Quotient.	Temper. der Zone zur mittleren Zeit:
VII.								5 48·35
II.	5 37	32·9	6 1·5	32·3	5 49·25	32·6	0·025	32·622
III.	— 37·5	32·9	— 0·5	32·3	— 49·00	32·6	0·026	32·616
IV.	— 38	32·8	6 —	32·25	— 49·00	32·525	0·025	32·541
V.	— 38·5	32·7	5 59	32·1	— 48·75	32·400	0·029	32·411
VI.	— 39	32·6	— 58	32·0	— 48·5	32·300	0·031	32·304
VII.	— 39·5	32·5	— 57·5	32·0	— 48·5	32·250	0·027	32·254
VIII.	— 41	32·15	— 56	31·85	— 48·5	32·000	0·020	32·003
IX.	— 41·5	32·0	— 54	31·6	— 47·75	31·801	0·032	31·781
X.	— 42	31·7	— 53	31·5	— 47·5	31·600	0·018	31·590
XI.	— 43·5	30·8	— 50	30·35	— 46·75	30·575	0·007	30·564
					5 48·35			
VIII.								6 16·5
II.	6 4·5	32·2	6 29	31·6	6 18·75	32·05	0·010	32·072
III.	— 5	32·2	— 28	31·6	— 16·5	31·9	0·026	31·899
IV.	— 5·5	32·15	— 27·5	31·5	— 16·5	31·825	0·029	31·824
V.	— 6·5	32·05	— 27	31·4	— 16·75	31·725	0·031	31·725
VI.	— 7	32·0	— 26	31·4	— 16·5	31·700	0·031	31·699
VII.	— 8	31·9	— 25	31·3	— 16·5	31·600	0·035	31·599
VIII.	— 9·5	31·65	— 23·5	30·9	— 16·5	31·275	0·053	31·273
IX.	— 10	31·4	— 22	30·6	— 16·0	31·000	0·066	30·964
X.	— 11·5	31·1	— 20	30·3	— 15·75	30·700	0·094	30·693
XI.	— 13·5	30·1	— 18	29·2	— 15·75	29·650	0·200	29·649
					6 16·55			

Schicht.	Temperaturabfall von ° C. II.—VI.	° C. II.—VII.	° C. II.—VIII.
II.	2·434	3·206	3·756
III.	2·507	3·203	3·920
IV.	2·576	3·247	3·964
V.	2·575	3·275	3·961
VI.	2·594	3·373	3·978
VII.	2·633	3·323	3·978
VIII.	(2·538)	3·153	3·883
IX.	2·914	3·158	3·975
X.	3·027	2·915	3·812
XI.	3·759	2·692	3·607

Der Vergleich der Abfallsgrössen unter einander zeigt, dass der Charakter, der dem Temperaturwechsel in den Zonen eigen ist, in den ersten Zeiten des Abfalls, wenn derselbe am lebhaftesten erfolgt, besonders deutlich hervortritt (s. Abfallsgr. von II. zu V), um später an Prägnanz mehr und mehr einzubüssen. Gleichzeitig lehren sie in der anfangs sehr rapid erfolgenden Abkühlung der Peripherie den Grund erkennen, weshalb hier der Wärmeverlust in späteren Zeiten gegenüber dem der anderen Zonen absolut kleiner wird. (Abfallsgr. von II.—VII. und II.—VIII.).

C. Modificationen der Wärmeabgabe.

a) Verminderte Wärmeabgabe.

1.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temper. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
I.								9 20·87
0	9 16	39·6	9 21	39·25	9 18·5	39·425	0·070	39·260
II.	— 16·7	39·4	— 22	39·1	— 19·35	39·25	0·056	39·165
IV.	— 17	39·3	— 22·5	39·09	— 19·75	39·195	0·038	39·153
VI.	— 17·5	39·2	— 23	39·0	— 20·25	39·100	0·036	39·078
VII.	— 18	39·15	— 24	38·98	— 21·0	39·065	0·028	39 068
VIII.	— 18·5	39·0	— 24·5	38·95	— 21·5	38·952	0·008	38·957
IX.	— 19	38·9	— 25	38·90	— 22	38·900	0 000	38·900
X.	— 19·5	38·7	— 25·5	38·80	— 22·5	38·75 +	0·016	38·724
XI.	— 20	38·4	— 26	38·60	— 23	38·70 +	0·033	38·630
					9 20·87			

In einem Raum von 30—31 ° C.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temper. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
II.								10 36·78
0	10 25·5	34·7	10 35·5	35·2	10 30	34·95	0·050	35·264
II.	— 27	33·9	— 41	35·5	— 34·75	35·15	0·056	35·263
IV.	— 28·5	34·8	— 43·5	35·7	— 37·25	35·3	0·064	35·270
VI.	— 29 5	33·9	— 46	35·8	— 39·5	35·35	0·069	35·163
VII.	— 31	34·9	— 47·5	35·8	— 41·25	35·35	0·072	35·029
VIII.	— 32	34·4	— 47	35·55	— 40·5	35·125	0·065	34·884
IX.	— 33	34·9	— 45	35·1	— 38·5	34·75	0·053	34·659
X.	— 34	34·7	— 42	34·2	— 35·75	34·05	0·024	34·074
XI.	— 35	34·9	— 39	33·5	— 33·0	33·2	0·050	33·389
					10 36·78			
III.								11 8·25
0	11 2	37·4	11 16	38 75	11 9	38·075	0·337	39·507
II.	— 2·5	37·5	— 15·5	38·7	— 9	38·100	0·092	38·031
IV.	— 3	37·5	— 14·5	38·6	— 8·75	38·05	0·095	38·003
VI.	— 3·5	37·5	— 14	38·5	— 8·75	38·00	0·095	37·953
VII.	— 4	37·3	— 13·5	38·2	— 8·75	37·75	0·094	37·703
VIII.	— 4·5	37·0	— 13	37·9	— 8·75	37·45	0 105	37·398
IX.	— 5·5	36·8	— 12	37·4	— 8·75	37·1	0 092	37·054
X.	— 6	36·2	— 11·5	37.1	— 8·75	36·65	0·163	36·569
XI.	— 8	36·3	— 9·5	36·3	— 8·75	36·3	0·000	36·300
					11 8·25			
IV.								11 35·64
0	11 27	39·8	11 36	40·7	11 31·5	40·25	0·100	40·664
II.	— 29·5	40·0	— 38·5	40·8	— 34·0	40·4	0·088	40·544
IV.	— 31	40·2	— 40	41·0	— 35·5	40·6	0·088	40·612
VI.	— 33	40·4	— 42·5	41·2	— 37·75	40·8	0·084	40·623
VII.	— 34·5	40·3	— 43	41	— 38·75	40·65	0·082	40·395
VIII.	— 34	40·1	— 43·5	40·8	— 38·75	40·45	0·073	40·223
IX.	— 32	39·70	— 41	40·3	— 36·5	40·00	0·066	39·944
X.	— 30 5	39·6	— 39·5	40·0	— 36·0	39·8	0 044	39·828
XI.	— 28·5	38·2	— 37·5	39·0	— 33·0	38·6	0·088	38·632
					11 35·64			

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temper. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
V.								12 20·85
0	12 11	43·1	12 21	43·6	12 16·0	43·35	0·050	43·579
II.	— 14·5	43·2	— 23	43·6	— 18·75	43·40	0·047	43·486
IV.	— 16·5	43·3	— 25·5	43·7	— 21·0	43·5	0·044	43·482
VI.	— 18	43·3	— 27	43·7	— 22·5	43·5	0·044	43·416
VII.	— 20	43·3	— 29	43·7	— 24·5	43·5	0·044	43·328
VIII.	— 19	43·11	— 28	43·4	— 23·5	43·155	0·032	43·062
IX.	— 17·5	42·7	— 26·5	43·05	— 22·0	42·875	0·038	42·822
X.	— 15·5	42·0	— 24	42·2	— 19·75	42·1	0·023	42·119
XI.	— 12·5	41·1	— 22	41·4	— 17·25	41·25	0·031	41·353
					12 20·58	12 – 30	Tod bei	44·2° C.

Schicht.	Temperaturzunahme von II. zu III.	III zu IV.	IV. zu V.
0	4·243	1·157	2·915
II.	2·768	2·513	2·942
IV	2·733	2·609	2·870
VI.	2·790	2·670	2·793
VII.	2·694	2·692	2·933
VIII.	2·514	2·825	2·839
IX.	2·395	2·890	2·878
X.	2·495	3·259	2·291
XI.	2·911	2·532	2·521

2.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temper. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
I.								3 55·24
0	3 42	39·15	4 1·5	38·5	3 51·75	38·816	0·033	38·701
II.	— 43·5	39·0	— 2	38·45	— 52·75	38·725	0·029	38·653
IV.	— 45	38·95	— 3	38·4	— 54·0	38·675	0·030	38·538
VI.	— 46	38·90	— 4	38·35	— 55·0	38·625	0·030	38·618
VII.	— 48	38·8	— 5	38·3	— 56·5	38·55	0·029	38·586
VIII.	— 50	38·75	— 5·5	38·3	— 57·75	38·525	0·029	38·597
IX.	— 51·7	38·60	— 6	38·3	— 58·85	38·45	0·020	38·522
X.	— 53	38·05	— 10	38·05	?			
XI.					3 55·24			

In einem Raum von 30° C.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temper. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
II.								4 33·06
0	4 19·5	38·1	4 43	38·8	4 31·25	38·55	0·021	38·588
II.	— 20	38·3	— 43·5	38·8	— 31·75	38·55	0·021	38·577
IV.	— 20·5	38·2	— 43·5	38·8	— 32·0	38·5	0·026	38·527
VI.	— 21	38·2	— 44·5	38·8	— 32·75	38·5	0·025	38·507
VII.	— 21·5	38·2	— 45	38·8	— 33·25	38·5	0·025	38·496
VIII.	— 22	38·2	— 45·5	38·8	— 33·75	38·5	0·025	38·483
IX.	— 22·5	38·2	— 45·5	38·8	— 34	38·5	0·026	38·476
X.	— 23	38·1	— 48·5	38·6	— 35·75	38·35	0·019	38·299
XI.					4 33·06			

Schicht	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
III.								4 44·5
0	4 34·5	38·6	4 50	39·0	4 42·25	38·8	0·025	38·856
II.	— 35	38·6	— 50·5	39 0	— 42·75	38·8	0·025	38·843
IV.	— 35·5	38·6	— 51	39·05	— 43·25	38·825	0·029	38·861
VI.	— 36	38·59	— 51·5	39·05	— 43 75	38·82	0·029	38·841
VII.	— 37	38·55	— 52	39·05	— 44·5	38·8	0 033	38·800
VIII.	— 37·5	38·55	— 53	39·01	— 45·25	38·75	0·029	38·729
IX.	— 38	38·55	— 53	39·0	— 45·5	38·775	0·030	38·745
X.	— 38·5	38·5	— 53·5	38·95	— 46·0	38·775	0·030	38·715
XI.	— 40·5	38·45	— 54	38·65	— 47·25	38·55	0·014	38·512
					4 44·5			
IV.								5 6·29
0	4 58·5	39·3	5 10	39·7	5 4·25	39·5	0·034	39·569
II.	— 59	39·3	— 10·5	39·69	— 4·75	39·47	0·029	39·514
IV.	— 59·0	39·3	— 11	39·65	— 5·0	39·475	0·029	39·512
VI.	— 59·5	39·3	— 11·5	39 60	— 5·5	39·45	0·025	39·469
VII.	5 —	39·30	— 11·7	39·60	— 5·85	39·45	0·025	39 461
VIII.	— 1·0	39·29	— 12	39·60	— 6·5	39·445	0·028	39·440
IX.	— 1·5	39·25	— 12·5	39·59	— 7·0	39 42	0·030	39·399
X.	— 2	39·20	— 13	39·50	— 7·5	39 35	0·027	39·318
XI.	— 5	39·2	— 15·5	39·30	— 10·25	39·25	0·009	39·215
					5 6·29			
V.								5 33·55
0	5 27	39 9	5 41	40·35	5 34	40·125	0·032	40·111
II.	— 27·5	39 9	— 40	40·29	— 33·75	40·095	0 031	40·089
IV.	— 28	39·89	— 39·5	40·2	— 33·75	40 045	0·026	40·040
VI.	— 28·5	39·89	— 38·5	40·15	— 33·5	40 020	0·026	40·021
VII.	— 29	39·89	— 38	40·05	— 33 5	39·97	0·017	39·970
VIII.	— 29·5	39·85	— 37·5	40·0	— 33·5	39·927	0·018	39·925
IX.	— 30	39·80	— 37	39·95	— 33·5	39·875	0·020	39 876
X.	— 30	39·79	— 36·5	39·9	— 33·25	39·8	0·013	39·803
XI.	— 31	39·6	— 35·5	39·7	— 33·25	39·65	0·022	39·656
					5 33·55			
VI.								7 32·14
0	7 13·5	41·25	7 43·5	41·9	7 28·5	41·575	0·021	41·651
II.	— 17	41·35	— 44·5	41·9	— 30·75	41 625	0·020	41·652
IV.	— 19	41 40	— 45	41·89	— 32·0	41·645	0·015	41·647
VI.	— 20·0	41·41	— 45	41·89	— 32·5	41·65	0·019	41·644
VII.	— 21·5	41·49	— 45	41·89	— 33·25	41 67	0·017	41·672
VIII.	— 21·0	41·41	— 46	41·85	— 33·5	41·63	0·017	41·607
IX.	— 19·5	41·11	— 47	41·75	— 33·25	41·43	0·023	41·405
X.	— 18·5	40·9	— 48	41·69	— 33·25	41·295	0·026	41·267
XI.	— 16	40·7	— 48·5	41·4	— 33·25	41·05	0·021	41·048
					7 32·14			

Schicht.	Temperaturzunahme von				Mittelw. aller Zonen-Temper.
	II. zu III.	III zu IV.	IV. zu V.	V. zu VI.	
0	0·268	0·713	0·542	1·540	39·755
II.	0·266	0·671	0·575	1·563	39·785
IV.	0·334	0·651	0·528	1·607	39·717
VI.	0·334	0·628	0·552	1·623	39·696
VII.	0·304	0·661	0·509	1·702	39·679
VIII,	0·246	0·711	0·485	1·682	39·636
IX.	0·269	0·654	0·477	1·529	39·580
X.	0·416	0·603	0·485	1·464	39·480
XI.	—	0·703	0·441	1·392	39·607

3.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C	Zeit. U. Min	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
				Vor dem Versuch in gewöhnlicher Umgebung von 16° C.				
I.								9 43·79
IV.	9 37	39·5	9 44·5	39·0	9 40·75	39·25	0·066	39·050
VI.	— 38	39·4	— 45·5	38·93	— 41·75	39·165	0·062	39·039
VII.	— 39	39·3	— 47	38·59	— 43	38·945	0·088	38·876
VIII.	— 40	39·1	— 48·25	38·0	— 44·125	38·55	0·133	38·594
IX.	— 42	38·0	— 49·5	36·7	— 45·75	37·35	0·173	37·654
X.	— 43·25	36·95	— 51·5	35·7	— 47·375	36·325	0·151	36·866
					9 43·79			
				Im Wärmekasten von 40° C.				
II.								10 25·34
IV.	10 19	38·35	10 27·5	38·5	10 23·25	38·425	0·017	38·460
VI.	— 20	38·25	— 28	38·4	— 24·00	38·325	0·018 } +	38·349
VII.	— 20·5	38·15	— 29	38·25	— 24·75	38·20	0·011	38·206
VIII.	— 21·5	38·10	— 30	38·1	— 25·75	38·10	0·000	38·100
IX.	— 22·5	37·71	— 31	37·7	— 26·75	37·70	0·000 } 0	37·700
X.	— 23·5	37·3	— 32	37·3	— 27·75	37·30	0·000	37·300
					10 25·34			
III.								10 48·65
IV.	10 40	39·0	11 53·5	40·2	10 46·75	39·6	0·088	39·767
VI.	— 40·5	38·9	— 54·5	39·9	— 47·5	39·4	0·071	39·481
VII.	— 41·5	38·75	— 55	39·5	— 48·25	39·125	0·055	39·147
VIII.	— 42·25	38·35	— 56	39·0	— 49·125	38·675	0·047	38·653
IX.	— 43	37·95	— 56·5	38·40	— 49·75	38·175	0·033	38·039
X.	— 44	37·49	— 57	37·75	— 50·5	37·62	0·020	37·583
					10 48·65			

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
II.								11 16·25
IV.	11 8·5	41·9	11 20	43	11 14·25	42·45	0·095	42·640
VI.	— 9·5	41·55	— 20·5	42·7	— 15	42·125	0·110	42·262
VII.	— 10	41·1	— 21·5	42·3	— 15·75	41·700	0·104	41·731
VIII.	— 11	40·6	— 22·5	41·90	— 16·75	41·25	0·113	41·306
IX	— 11·5	39·9	— 23	41·4	— 17·25	40·65	0 130	40·780
X.	— 13	38·5	— 24	40·3	— 18·5	39·40	0·163	37·766
					11 16·25			

Schicht.	Temperaturzunahme von II zu III.	Temperaturzunahme von II zu IV.	Mittelwerth aller Temp.
IV.	1·307	4·180	40·289
VI.	1 132	3·913	40·030
VII.	0·941	3·525	39·694
VIII.	0·553	3·206	39·353
IX.	0·339	3·080	38·839
X.	0·283	0·466	37·549

1. **b) Vermehrte Wärmeabgabe.**

Vor dem Versuch in gewöhnlicher Temperatur von 17·5° C

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
I.								10 55·19
II.	10 45·5	38·7	10 58	38·69	10 51·75	38·69	0·000	38·69
III.	— 46	38·65	— 59	38·65	— 52·5	38 65	0·000	38·65
IV.	— 46·5	38 61	— 59 5	38·61	— 53·0	38·61	0·000	38·61
V.	— 48	38 59	11 0·5	38·60	— 54·25	38·590	0·000	38·59
VI.	— 50	38·59	— 1·5	38·59	— 55·75	38 59	0·000	38·59
VII.	— 50·5	38·59	— 2	38·59	— 56·25	38·59	0·000	38 59
VIII.	— 51	38·59	— 3	38·56	— 57	38·575	0·002	38·578
IX.	— 52	38·51	— 3·5	38·45	— 57·75	38 48	0·005	38·492
X.	— 52·5	38·41	— 4·5	38 30	— 58 5	38·355	0·009	38·384
					10 55 19			

Nach der Bedeckung mit Eis.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
II.								12 45·33
II.	12 32·5	35·6	12 47	32·5	12 39·75	34·05	0 213	32·862
III.	— 33·0	35·51	— 48	32·3	— 40·5	33·905	0·214	32·872
IV.	— 35	35·0	— 50	31·9	— 42·5	33·45	0·206	(32·868)
V.	— 36	34·9	— 51·25	32·0	— 43·625	33·45	0 190	33 127
VI.	— 37	34·9	— 55	31·9	— 46·00	33·4	0·166	33·511
VII.	— 38	34·8	— 55·75	32·0	— 46·875	33·4	0·157	33·642
VIII.	— 38·5	34·5	— 57	31·7	— 47·75	33·1	0·140	33·438
IX.	— 40	33·5	— 58	31·2	— 49	32·35	0·127	32·816
X.	— 44	31·0	1 —	29·1	— 52	30·05	0·118	30·837
					12 45·33			

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
II.								1 12·94
II.	1 2·5	29·4	1 23	26·0	1 12·75	27·7	0·165	27·669
III.	— 4	29·3	— 22	26·3	— 13·00	27·8	0·166	27·899
IV.	— 5	29·1	— 21	26·8	— 13·00	27·95	0·143	27·958
V.	— 6·5	29·3	— 20	27·5	— 13·25	28·4	0·133	28·441
VI.	— 8	29·6	— 19	28·1	— 13·5	28·85	0·136	28·926
VII.	— 9	29·8	— 18	28·5	— 13·5	29·15	0·144	29·230
VIII.	— 9·5	29·8	— 17	28·7	— 13·25	29·25	0·146	29·295
IX.	— 10	29·3	— 14·5	28·6	— 13·25	28·95	0·155	28·844
X.	— 11·5	27·9	— 12·5	27·7	— 12·0	27·9	0·200	27·712
					1 12·94			
IV.								1 41·43
II.	1 28	25·4	1 54	21·7	1 41	23·55	0·142	23·489
III.	— 29	25·2	— 52·5	21·9	— 40·75	23·55	0·140	23·455
IV.	— 30	25·0	— 51·5	22·0	— 40·25	23·50	0·139	23·366
V.	— 31	25·2	— 49	23·4	— 40·00	24·0	0·100	23·857
VI.	— 36·5	25·19	— 48	24·1	— 42·25	24·645	0·094	24·722
VII,	— 28·25	25·35	— 47	24·45	— 42·625	24·900	0·102	25·021
VIII.	— 39	25·35	— 46	24·6	— 42·500	24·975	0·107	25·089
IX.	— 40	24·90	— 44	24·5	— 42·00	24·700	0·100	24·757
X.	— 41	23·9	— 42	23·7	— 41·5	23·800	0·200	23·800
					1 41·43			
V.								2 9·44
II.	1 55	21·6	2 9·5	20·0	2 2·25	20·8	0·110	20·009
III.	— 58	21·4	— 10	20·0	— 4	20·7	0·116	20·069
IV.	— 58·5	21·2	— 11	19·9	— 4·75	20·55	0·104	20·063
V.	2 1·5	21·41	— 12	20·2	— 6·75	20·805	0·115	20·496
VI.	— 3·5	21·75	— 14	20·4	— 8·75	21·075	0·128	20·987
VII.	— 5	22·15	— 19·5	20·69	— 12·25	21·42	0·100	21·701
			Tod.					
VIII.	— 6	22·2	— 22·5	20·70	— 14·25	21·45	0·090	21·882
IX.	— 7	21·9	— 24·0	20·6	— 15·5	21·25	0·076	21·710
X.	— 8	21·0	· 25	20·2	— 16·5	20·6	0·047	20·931
					2 9·44			

Schicht.	Temperaturabfall von II.—III.	II.—IV.	II.—V.	Mittelw. aller Zonentp.
II.	5·193	9·373	12·853	**26·007**
III.	4·973	9·417	12·803	**26·073**
IV.	4·910	(9·532)	(12·305)	**26·056**
V.	4·686	9·270	12·631	**26·480**
VI.	4·585	8·789	12·524	**27·036**
VII.	4·412	8·621	11·941	**27·398**
VIII.	4·143	8·349	11·556	**27·426**
IX.	3·972	8·059	11·106	**27·031**
X.	3·125	7·037	9·906	**25·820**

2.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. ° C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. ° C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
				Vor dem Versuch in gewöhnlicher Umgebung von 18·2° C.				
II.								10 53·53
II.	10 41	39·45	11 7	39·15	10 54	39·30	0·011	39·305
IV.	— 41·5	39·45	— 6·5	39·15	— 54	39·30	0·012	39·305
VI.	— 42	39·45	— 6	39·06	— 54	39·255	0·016	39·262
VII.	— 42·5	39·4	— 5	39·0	— 53·75	39·2	0·017	39·204
VIII.	— 44·5	39·2	— 2·5	38·8	— 53·5	39·00	0·022	39·000
IX.	— 45	39·1	— 1	38·6	— 53·0	38·85	0·031	38·834
X.	— 50	38·5	— 55	38·7	— 52·5	38·100	0·160	37·936
					10 53·53			
				Während der Abkühlung durch Eis.				
II.								11 45·53
II.	11 28	36·9	12 —	33·2	11 44	35·05	0·115	35·028
IV.	— 30·5	36·7	11 59	33·3	— 44·75	35·0	0·119	34·908
VI.	— 33	36·5	— 58	33·4	— 45·5	34·95	0·124	34·947
VII.	— 35	37·1	— 57·5	33·4	— 46·25	35·25	0·164	35·368
VIII.	— 37	36·9	— 55	33·8	— 46·0	35·35	0·169	35·429
IX.	— 38	36·9	— 54	33·8	— 46·0	35·35	0·193	35·440
X.	— 41·5	36·05	— 51	34·4	— 46·25	35·225	0·173	35·349
					11 45·53			
III.								12 27·25
II.	12 18	30·5	12 41	25·7	12 29·5	28·100	0·208	28·568
IV.	— 18·5	30·6	— 36·5	27·5	— 27·5	29·050	0·166	29·091
VI.	— 19·5	30·7	— 35	28·4	— 27·25	29·55	0·148	29·55
VII.	— 21·5	30·65	— 32·8	29·0	— 27·65	29·825	0·134	29·878
VIII.	— 22·5	30·4	— 31	29·45	— 26·75	29·925	0·111	29·470
IX.	— 23	30·0	— 29	29·2	— 26·00	29·6	0·133	29·431
X.	— 24·5	29·0	— 27·5	28·6	— 26·00	28·75	0·166	28·543
					12 27·25			
IV.								12 48·95
II.	12 41·5	25·5	12 56·5	23·7	12 49·0	24·600	0·120	24·606
IV.	— 42	25·9	— 56	24·5	— 49·0	25·000	0·100	25·205
VI.	— 43·5	26·45	— 55	25·0	— 49·25	25·725	0·126	25·762
VII.	— 45	26·92	— 54	25·8	— 49·5	26·360	0·124	26·428
VIII.	— 45	27·3	— 52	26·5	— 48·5	26·900	0·114	26·849
IX.	— 46	27·4	— 51	26·8	— 48·5	27·100	0·120	27·046
X.	— 46·5	27·35	— 50	26·8	— 48·25	27·075	0·157	26·966
					12 48·95			

Schicht.	Zeit. U. Min	Zonen-Temp. °C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. °C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
V.								1 5·72
II.	12 58	23·5	1 13·5	22·0	1 5·75	22·75	0·096	22·752
IV.	— 59	24·0	— 13	22·9	— 6·0	23·45	0·078	23·471
VI.	1 —	24·4	— 12	23·7	— 6·0	24·05	0·058	24·066
VII.	— 1	25·05	— 10·5	24·3	— 5·75	24·675	0·078	25·677
VIII.	— 2	25·35	— 9·5	24·7	— 5·75	20·025	0·086	25·027
IX.	— 3	25·3	— 8	24·7	— 5·5	25 00	0·120	24·974
X.	— 3·7	25·0	— 7	24·5	— 5·35	24 75	0·151	24·695
					1 5·72			
VI.								1 25·07
II.	1 16·5	21·5	1 32·5	20·2	1 24·5	20·85	0·081	20·804
IV.	— 17	22·0	— 31·5	20·9	— 24·25	21·45	0·075	21·389
VI.	— 19	22·5	— 31	21·4	— 25·00	21·95	0·091	21·944
VII.	— 20·5	23·15	— 30	22·2	— 25·25	22·675	0·100	22·693
VIII.	— 21·5	23·5	— 29·5	22·8	— 25·5	23·150	0·087	23 187
IX.	— 23	23·6	— 28	23·0	— 25·5	23·3	0·120	23·404
X.	— 24	23·4	— .27	23·0	— 25·5	23·2	0·133	23·315
			Tod.		1 25·07			

Schicht.	Temperaturabfall von II.—III.	II.—IV.	II.—V.	II.—VI.	Mittelwerth aller Zonentemp.
II.	6·460	10·422	12·276	14·224	26·351
IV.	5·817	9·703	11·437	13·519	26·812
VI.	5·397	9·185	10·881	13 003	27·253
VII.	5 490	8·940	10·691	12·675	27·808
VIII.	5·559	8 580	10 402	12·242	28·072
IX.	6·009	8·394	10·466	12·036	28·059
X.	6·806	8·383	10·654	12·034	27·975

3. Kleines Kaninchen.

In gewöhnlicher Umgebung von 16·8° C.

Schicht.	Zeit. U. Min	Zonen-Temp. °C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. °C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
I.								9 42·0
II.	9 31	39·5	9 51·5	38·49	9 41·25	39·015	0·051	38·967
IV.	— 32	39·3	— 50	38·49	— 41·00	38·895	0·045	38·771
VI.	— 35	38·9	— 49	38·4	— 42·00	38·65	0·035	38·643
VII.	— 36	38·8	— 48·5	38·4	— 42·05	38·6	0·032	38·601
VIII.	— 38	38·7	— 48	38·4	— 43·00	38·55	0·030	38·574
IX.	— 40·5	38 6	— 47	38·3	— 43·75	38·45	0·046	38·521
					9 42·0			

Während heftiger Abkühlung in einer Umgebung von 0°.

Schicht.	Zeit. U. Min	Zonen-Temp. °C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. °C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
II.								11 4·25
II.	10 56	33·2	11 12·5	28·9	11 4·25	31·05	0·260	31 05
IV.	— 57	33·3	- 11·5	29·0	— 4·25	30·9	0·262	30·90
VI.	— 58·5	32·2	— 9·5	29·2	— 4·0	30·7	0·272	30·632
VII.	— 59·0	32·0	— 9	29·2	— 4·0	30·6	0·280	30·530
VIII.	— 59·5	31.4	— 8·5	29·3	— 4·0	30·65	0·300	30 575
IX.	11 2	31·1	— 8	29·4	— 5·0	30·25	0·283	30·462
					11 4·25			

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. °C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
III.								11 20·45
II.	11 15	28·1	11 26·5	25·4	11 20·75	26·75	0·234	26·82
IV.	— 15·5	27·9	— 25·5	25·5	— 20·5	26 70	0 240	26·712
VI.	— 16	27·6	— 25	25·5	— 20 5	26·55	2·230	26·562
VII.	— 16·5	27 4	— 24	25 7	— 20·25	26·55	0·226	26·495
VIII.	— 18	27·0	— 23	25·8	— 20·5	26·40	0·240	26·412
IX.	— 18·5	26·9	— 22	26·0	— 20·25	26·45	0·257	26·399
					11 20·45			
IV.								11 35·33
II.	11 30	24·5	11 41	22·1	11 35·5	23·3	0·218	23·263
IV.	— 30·5	24·3	— 40·5	22·3	— 35·5	23·3	0·200	23·266
VI.	— 31	24·1	— 39·5	22·4	— 35·25	23·25	0·200	23·246
VII.	— 32	23·9	— 38·5	22·5	— 35·25	23·25	0·215	23·233
VIII.	— 32·5	23·7	— 38	22·6	— 35·25	23·15	0·200	23·146
IX.	— 33·5	23·5	— 37	22·7	— 35·25	23·1	0·228	23·082
					11 35·33			

Schicht.	Temperaturabfall von II.—III.	Temperaturabfall von III.—IV.	Mittelwerth aller Zonentemp.
II.	4·23	7·787	27·044
IV.	4·188	7·634	26·959
VI.	4·070	7·386	26·813
VII.	4·035	7·297	26·752
VIII.	4·163	7·429	26·711
IX.	4·063	7·380	26·647

4. Zonentemperaturen nach durch künstliche Abkühlung erfolgtem Tode.

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. °C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
I.								2 34·63
II.	2 29	19·0	2 35	18 8	2 32	18·9	0·033	18·814
IV.	— 29·5	19·2	— 35·5	18·9	— 32·5	19·05	0·050	18·905
V.	— 30	19·4	— 36·5	19·1	— 33·25	19·25	0·043	19·191
VI.	— 31	19·75	— 37·5	19·4	— 34·25	19·575	0·053	19·555
VII.	— 31·7	20·0	— 38	19·6	— 35·35	19·8	0·075	19·854
VIII.	— 32	20·1	— 39	19·7	— 35·5	19·9	0·071	19·961
IX.	— 33	20·2	— 40·5	19·6	36·75	19·8	0·053	19·912
X.	— 34	19·6	— 41	19·3	— 37·5	19·45	0·042	19·570
					2 34·63			
II.								2 49·85
II.	2 42·5	18·3	2 51	17·6	2 46·75	17·95	0·082	17·696
IV.	— 43	18·4	— 51·5	17 65	— 47·25	18·025	0·088	17·797
V.	— 44	18·6	— 53	18 0	— 48·5	18·3	0·066	18·211
VI.	— 45	18·95	— 54	18·4	— 49·5	18·675	0·061	18·654
VII.	— 46	19·1	— 55	18·6	— 50·5	18·85	0·055	18·855
VIII	— 46·75	19·2	— 55·5	18 7	— 51·12	18·95	0·044	19·005
IX.	— 47·5	19·2	— 56	18·7	— 51·75	18·95	0·047	19·039
X.	— 49	18·8	— 58	18·3	— 53·5	18·55	0·055	18·750
					2 49·85			

Schicht.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Zeit. U. Min.	Zonen-Temp. °C.	Mittlere Zeit. U. Min.	Mittlere Zonen-Temp. °C.	Quotient.	Zonen-Temp. zu derselben Zeit.
III.								2 58·87
II.	2 51	17·6	3 —	17·0	2 55·5	17 3	0·066	17·078
IV.	— 51·5	17·65	— 1·5	17·0	— 56·5	17·325	0·065	17·171
V.	— 53	18·0	— 2·5	17·3	— 57 5	17·65	0·073	17·569
VI.	— 54	18·4	— 3·5	17 7	— 58·75	18·05	0·073	18·042
VII.	— 55	18·6	— 4	18 0	— 59·5	18·3	0·066	18·341
VIII.	— 55 5	18·7	— 5	18·2	3 0 25	18·45	0·052	18·521
IX.	— 56	18·7	— 5·5	18·2	— 0·75	18·45	0·052	18·547
X.	— 58	18·3	— 6	18 0	— 2·00	18·15	0·037	18·265
					2 58·87			

Schicht.	Temperaturabfall von II.—III.	Temperaturabfall von II.—IV.	Mittelwerth aller Zonentemp.
II.	1·118	1·736	17·862
IV.	1·108	1·734	17·957
V.	0·980	1·622	18·323
VI.	(0 901)	1·513	18·750
VII.	0·969	1·513	19 026
VIII.	0 956	1·440	19·162
IX.	0 873	1·365	19·166
X.	0·820	1·305	18·861

Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes Curare.

Eine vergleichend physiologische Untersuchung

von

Dr. J. Steiner,

Assistenten am physiologischen Institut der Universität Halle.

§. 1. Einleitung.

Bald nachdem das amerikanische Pfeilgift nach Europa gebracht worden war, wurde es bekannlich zuerst in Frankreich und Deutschland durch Claude Bernard[1]) und Kölliker[2]) bearbeitet. Später vorzüglich durch v. Bezold[3]), Kühne[4]), Funke[5]) u. A. in seinen Wirkungen erforscht, blieben doch verschiedene Punkte dunkel. Dieses Dunkel ist im Laufe der letzten Jahre nicht aufgehellt worden, vielmehr kamen noch mancherlei Räthsel hinzu, die der Lösung nothwendig bedurften, wenn anders die Physiologen ein Gift, das sie täglich gebrauchten, in seiner Wirkung sollten deutlich übersehen können. Einen Beitrag zu dieser Aufklärung zu liefern, ist der Vorwurf der folgenden Untersuchungen.

---

1) M. Cl. Bernard. Leçons sur les substances toxiques etc Paris 1857. S. 338.

2) A. v. Kölliker. Virchow's Archiv. Bd. X. S. 1.

3) A. v. Bezold. Dies Archiv 1869. S. 168 u. 387.

4) W. Kühne. Dies Archiv 1860. S. 477.

5) O. Funke. Berichte der königl. sächsischen Akademie 1869 S. 1.

Zu diesen neuen Räthseln gehört unter Anderem die grosse Resistenz der Fische gegen das Curare.

§. 2. Versuche über die Wirkung des Curare auf Fische und Krebse.

Die erste Beobachtung über die grosse Resistenz der Fische gegen das Curare scheint von Schiffer[1]) herzurühren; später hat Fr. Boll[2]) diese Versuche wiederholt und die Angaben von Schiffer bestätigt.

Demnach zeigten die Fische ein vollkommen verschiedenes Verhalten gegen das Gift, als die übrigen Wirbelthiere; wären es nur Differenzen gegen die warmblütigen Wirbelthiere gewesen, so hätte man leichter eine Erklärung dafür aufzufinden gewusst, aber bekanntlich reagirt die andere kaltblütige Wirbelthierklasse, die Amphibien, ganz ausgezeichnet (ich erinnere nur an den Frosch) auf das Curare.

Welches ist der Grund für diese Differenz? Fr. Boll hatte seine bezüglichen Versuche etwa im Mai und Juni 1873 in Berlin gemacht; ich hatte damals Gelegenheit, die Versuche mitanzusehen, ohne dass ich mich indess weiter mit diesem Gegenstand beschäftigt hätte.

Mir fiel jetzt ein, dass Boll damals eigentlich nur grosse Fische zu seinen Versuchen verwendet hatte, ein Umstand, der eine gewisse Berücksichtigung verdient.

Ich hatte demnach vor, zunächst eine Anzahl kleiner Fische zu curarisiren.

Das Curare, dessen ich mich in allen folgenden Versuchen bediente, war dasselbe, das Fr. Boll zu seinen Beobachtungen benutzt hatte. Es wurde in der Weise verwendet, dass 0·5 Gramm pulverisirt in 10 Cc. Wasser gelöst wurden, also eine 5% Lösung bereitet; davon eine 0·5% Lösung titrirt, derart, dass eine Pravaz'sche Spitze, die 1 Cc. Flüssigkeit fasst, 0·005 Gr. Curare enthielt. Die Kolbenstange war graduirt, so dass einzelne Mgr. nach Belieben injicirt werden konnten; die Injection geschah subcutan oder in die Bauchhöhle.

1) J. Schiffer, dies Archiv 1868. S. 453.

2) Fr. Boll, Beiträge zur Physiologie von Torpedo. Dies Archiv 1873. S. 98. Anmerkung.

Versuche.

1) Ein Gründling (Gobio fluviatilis) von 28 Gr. Gewicht erhält 9 h. 43 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare in die Bauchhöhle injicirt; 10 h. 1 M. ist er vollständig gelähmt.

2) Ein Gründling von 20 Gr. erhält $2^1/_2$ Mgr. Curare 9 h. 18 M. unter die Rückenhaut injicirt; 9 h. 22 M. erste Vergiftungserscheinungen d. h. der Fisch fällt auf die Seite, macht dabei aber noch die heftigsten Bewegungen; 9 h. 29 M. absolute Lähmung, worunter ich vollständige Reactionslosigkeit auf jeden äusseren Reiz verstehe.

3) Ein Gründling von 22 Gr. erhält 9 h. 21 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare injicirt; erste Vergiftungserscheinungen 9 h. 29 M., absolute Vergiftung 9 h. 45 M.

4) Eine Rothfeder (Leuciscus rutilus) von 30 Gr. erhält 11 h. 59 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare; 12 h. 1 M. erste Vergiftungserscheinnng, 12 h. 10 M. absolute Lähmung.

Diese kleinen Fische sind demnach bei einer Dose von $2^1/_2$ Mgr. in der Zeit von 11—24 M. gelähmt.

Setzen wir dagegen einen Frosch von etwa doppeltem Körpergewicht, so finden wir

5) ein Frosch von 45 Gr. Gewicht erhält 4 h. 35 M. 2 Mgr. Curare injicirt; 4 h. 39 M. erste Vergiftungserscheinungen, 4 h. 47 M. absolute Vergiftung.

Es dauert also bei diesem Frosch 12 M., ehe absolute Vergiftung eintrat; eine nicht unerhebliche Differenz gegen die kleinen Fische, wenn man berücksichtigt, dass sie halb so schwer waren.

6) Ein Gründling von 27 Gr. Gewicht erhält 12 h. 22 M. 5 Mgr. Curare; 12 h. 25 M. erste Vergiftungserscheinungen, 1 h. 1 M. absolute Lähmung.

7) Ein Gründling von 29 Gr. erhält 12 h. 41 M. 5 Mgr. Curare; 12 h. 45 M erste Vergiftungserscheinungen, 1 h. 1 M. absolute Vergiftung.

NB! In Versuch 6 und 7 blutet es aus der Stichwunde.

Der bequemeren Uebersicht halber bringe ich die Versuche in folgende Tabelle:

Tabelle I.

Versuchs-Nummer.	Name.	Gewicht des Körpers.	Dose	Zeit der Injection. h.	Zeit der Injection. M.	Erste Vergiftungserscheing. h.	Erste Vergiftungserscheing. M.	Absolute Vergiftung. h.	Absolute Vergiftung. M.	Zeit, nach welcher die Vergiftung eintrat.	Temperat.
		Gr.	Mgr.	h.	M.	h.	M.	h.	M.		° R.
1	Gründling (Gobio fluviatilis)	28	$2^1/_2$	9	43	?		10	1	18 M.	13·5
2	„	20	„	9	18	9	22	9	29	11 —	14·5
3	„	22	„	9	21	9	29	9	45	24 —	„
4	Leuc. rotul.	30	„	11	59	12	1	12	10	11 —	„
5	Frosch	46	2	4	35	4	39	4	47	12 —	17
6	Gründling	27	5	12	22	12	25	12	30	8 — +	14·5
7	„	29	5	12	41	12	45	1	1	20 — +	„

+ Bei beiden floss aus der Stichwunde Blut.

Das Resultat dieser wenigen Versuche ist sehr bemerkenswerth; es zeigt, dass kleine Fische zu ihrer Lähmung bei gleicher Dose nicht erheblich viel mehr Zeit brauchen, als ein Frosch.

8) Eine Schleie (Tinca Chrysitis) von 86 Gr. erhält 9 h. 49 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare, 10 h. 30 M. deutliche Vergiftungssymptome, 10 h. 55 M. absolute Lähmung.

9) Eine Schleie von 81 Gr. erhält 11 h. 40 M. 5 Mgr. Curare, 11 h. 45 M. erste Vergiftungssymptome, 12 h. 10 M. absolute Vergiftung.

10) Eine Schleie von 94 Gr. erhält 3 h. 51 M. $7^1/_2$ Mgr. Curare, 3 h. 57 M. erste Vergiftungssymptome; 4 h. 12 M. absolute Vergiftung.

11) Ein Aal (Anguilla) von 88 Gr. erhält 10 h. 19 M. 5 Mgr. Curare, 11 h. erste Vergiftungssymptome, die hier darin zu suchen sind, — da dieser Fisch seiner Form wegen nicht umfallen kann, — dass jede spontane Bewegung aufgehört hat; 1 h. 40 M. absolute Lähmung.

12) Ein Aal von 72 Gr. erhält 10 h. 52 M. $7^1/_2$ Mgr. Curare, 10 h. 59 M. erste Vergiftungssymptome, 12 h. 45 M. absolute Lähmung.

13) Ein Aal von 137 Gr. erhält 3 h. 55 M. 1 Cgr. Curare, 4 h. 2 M. erste Vergiftungssymptome, 5 h. 35 M. absolute Vergiftung.

Tabelle II.

Versuchs-Nummer.	Name.	Gewicht.	Dose.	Zeit der Injection.		Erste Vergiftungssymptome		Absolute Lähmung.		Zeit, nach welcher die Vergiftung eintritt.		Temperat.
			Mgr.	h.	M.	h.	M.	h.	M.	h.	M.	° R.
8	Schleie	86	2½	9	49	10	30	10	55	1	1	18
9	„	81	5	11	40	11	45	12	10	—	30	14
10	„	94	7½	3	51	3	57	4	12	—	21	18
11	Aal	88	5	10	19	11	—	1	40	3	21	18
12	„	72	7½	10	52	10	59	12	45	1	53	14
13	„	137	10	3	55	4	2	5	35	1	40	18

Diese zweite Tabelle zeigt zunächst, wie sehr die Wirkung des Giftes von der Körpergrösse abhängig ist; ferner das wichtige Resultat, (wie auch schon Boll gesehen hat) dass bei gleichem Körpergewicht und gleicher Dose Schleie und Aal in sehr verschiedener Zeit gelähmt werden.

Betrachtet man dazu die erste Tabelle, so scheinen die Zahlen darauf hinzuweisen, dass der Uebergang der Giftwirkung von der Klasse der Amphibien resp. höheren Wirbelthiere zu den Fischen kein so schroffer ist, als es nach den Zahlenangaben von Boll der Fall zu sein scheint; in der That vergeht wohl bei den Fischen eine längere Zeit, ehe vollständige Lähmung eingetreten ist, aber immerhin bei Gobio, Leuciscus u. s. w. keine um so viel grössere, als dass man nicht von einer gradatim mit der tieferen Thierklasse abnehmenden Wirkung des Giftes zu sprechen ein Recht hätte. Stellt man freilich die Zeit zusammen, die bei gleicher Dose ein Frosch und ein Aal brauchen, um gelähmt zu werden, so ist die Differenz allerdings bedeutend, aber der Aal steht seinerseits in der Klasse der Fische selbst wieder auf einer niederen Stufe, als Gründling und Rothfeder[1]). Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, zu sehen, wie tiefer stehende Fische, z. B. Knorpelfische, in der That noch später als der Aal der lähmenden Wirkung des Giftes erliegen.

---

1) C. G. Giebel. Die Naturgeschichte des Thierreichs. Bd. III. Amphibien und Fische. S. 317. 320 und 357.

Indess dieses Verhältniss, so interessant es an sich auch ist, fesselte für den Augenblick meine Aufmerksamkeit viel weniger, als eine andere Beobachtung, die ich bei den letzten Vergiftungen gemacht hatte.

Es war mir nämlich aufgefallen, dass bei dem Aal, bei dem die totale Lähmung der motorischen Nerven so lange auf sich warten liess, schon lange vor dem Eintritt dieser die Respiration und die willkürliche Bewegung aufgehört hatten.

Ich wandte demnächst in den folgenden Versuchen, die an Aalen bei gleicher Dose angestellt wurden, diesen beiden Functionen meine besondere Aufmerksamkeit zu und notirte deren zeitlichen Eintritt.

14) Versuch. Ein Aal von 104 Gr., der 68 Mal in der Minute respirirt, erhält 11 h. 15 M. 0·01 Gr. Curare; 11 h. 25 M. nur 40 Respirationen per Minute; 11 h. 40 M. fast gar keine Respiration mehr, und legt man ihn recht behutsam auf den Rücken, so bleibt er liegen, um auf den geringsten mechanischen Reiz sich sofort wieder umzuwenden; von Neuem behutsam auf den Rücken gelegt, verharrt er so lange in der Stellung bis ein Reiz ihn zu einer Bewegung veranlasst; erst um 12 h. 50 M., also nach 1 Std 35 M. ist die vollständige Lähmung eingetreten.

15) Ein Aal von 120 Gr. und 66 Resp. per Minute erhält 10 h. 25 M. 0·01 Gr. Curare injicirt; 10 h. 30 M. liegt der Fisch, der vorher so munter war, wie Alle früheren in gleicher Weise, und schon 3 M. nach der Injection nur 18 Resp. per Minute machte, ganz still, respirirt fast gar nicht mehr; legt man ihn um diese Zeit ganz behutsam auf den Rücken, so bleibt er so liegen; drückt man nur leicht den Schwanz, so wendet er sich sofort in einer heftigen Bewegung wieder auf den Bauch um. Erst 12 h. 10 M. ist die absolute Lähmung eingetreten.

16) Ein kleiner Aal von 60 Gr. mit 72 Resp. per Minute erhält 12 h. 15 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare; 12 h. 25 M. hat die Athmung fast vollständig aufgehört und lässt sich gleichzeitig der Fisch behutsam auf den Rücken legen. Um 1 h. 20 M. absolute Lähmung.

17) Ein Aal von 79 Gr. mit 72 Resp. erhält 10 h. 19 M. 0·01 Gr. Curare; 10 h. 26 M. 14 Athemzüge per Minute; 10 h. 30 M. lässt sich der Fisch auf den Rücken legen; die Athmung hat fast ganz aufgehört. Um 11 h. 50 M. absolute Lähmung.

Ich will die Zahl dieser Versuche, die alle in ihren Hauptzügen genau gleich ausfallen, nicht weiter häufen, da ich später noch wiederholt auf gleiche, aber doch neue Versuche zurückkommen muss.

In all' den bisherigen Versuchen schlägt um die Zeit der absoluten Lähmung das Herz noch vollständig normal. Erholt hat sich nach der selbst kleinen Dose von $2^1/_2$ Mgr. kein Fisch von der Vergiftung.

Tabelle III.

Versuchs-Nummer.	Name.	Gewicht.	Dose.	Zeit der Injection.		Zeit, in welcher sich der Fisch auf d. Rücken legen lässt u. nicht respirirt.		Absolute Lähmung.		Zeit, nach welcher die erste Vergiftungserscheinung eintritt.	Zeit, nach welcher absolute Lähmung eintritt.		Temperat.
		Gr.	Gr.	h.	M.	h.	M.	h.	M.		h.	M.	° R.
14	Aal	104	0·01	11	15	11	40	12	50	25 M.	1	35	20
15	„	120	0·01	10	25	10	30	12	10	5 —	1	45	17
16	„	60	$2^1/_2$ Mgr.	12	15	15	25	1	20	10 —	1	5	17
17	„	79	0·01	10	19	10	30	11	50	11 —	1	31	18

Die früheren Untersucher haben diese Erscheinung der so früh eingetretenen Respirationsstörung und des Aufhörens der willkürlichen Bewegung, verbunden mit der Unfähigkeit selbstständig aus einer unnatürlichen Lage in die natürliche zurückzukehren, entweder in der That nicht beobachtet oder von dieser Erscheinung keine Notiz genommen.

Der Versuch zeigt deutlich, dass zu einer Zeit, wo die Reflexbewegungen in ungeschwächter Stärke bestehen, und von welcher ab dieselben noch sehr lange fortbestehen bleiben, schon eine centrale Functionsstörung vorhanden ist.

Sollte man diese centrale Störung noch auf eine schon beginnende periphere Lähmung zurückführen wollen?

Ich muss es Angesichts der in der Tabelle gegebenen Zahlen, dem Urtheil des Lesers überlassen, diesen Ausweg einzuschlagen; natürlich scheint mir der Schluss, dass der peripheren Lähmung, wie sie bisher bekannt ist, bei Fischen in viel früherer Zeit eine Lähmung des Centralorganes der willkürlichen Bewegungen und des Respirationscentrums voraufgeht.

Anmerkung. Was das normale Verhalten der Fische, insbesondere der Aale betrifft, so weiss Jeder, dass sie zunächst eine gute Respiration haben, die deutlich an den Bewegungen der Kiemendeckel zu beobachten ist; ferner ebenso, dass es unmöglich ist, einen normalen Aal — es wurden zu den Versuchen nur sehr lebhafte Exemplare verwendet — in der Hand zu erhalten, geschweige denn je auf den Rücken zu legen.

Wir verlassen diesen Gegenstand für kurze Zeit, um ihn später wieder aufzunehmen und wenden uns zur Curarisirung von Krebsen.

Angaben in der Literatur über die Wirkung des Curare auf Krebse habe ich nicht auffinden können, wiewohl gewiss schon mancher Krebs dies Gift kennen gelernt haben wird.

Als ich mir theoretisch die Wirkung des Curare bei Krebsen construirte, sagte ich mir zunächst, dass eine Curarewirkung auf die motorischen Nerven die Thierreihe hinab jedenfalls so weit zu verfolgen sein wird, als die entsprechenden Individuen wohlconstatirte quergestreifte Muskulatur besitzen, was bekanntlich bei den Krebsen der Fall ist;[1]) dass aber wahrscheinlich die Wirkung zeitlich noch später eintreten wird, als bei den Fischen.

Wir werden sehen, in wie weit diese Voraussetzungen sich bestätigt haben.

18) Ein Krebs von 37 Gr. Körpergewicht erhält 9 h. 56 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare in die Weichtheile zwischen Rückenschild und ersten Schwanzring injicirt; 11 h. 44 M. reagirt der Schwanz auch nicht mehr auf die stärksten elektrischen Schläge, wenn der Bauchstrang oberhalb des Ursprunges der Schwanzmuskulatur gereizt wurde; die Muskeln selbst waren vollkommen erregbar.

---

1) Will, in diesem Archiv 1843. S. 358.

19) Ein Krebs von 21 Gr. erhält 11 h. 8 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare, um 12 h. 55 M. vollständige Lähmung.

Anmerkung. Die Zahlen, die Boll für den Eintritt der völligen Lähmung erhalten hat, sind ungleich grösser, als die meinigen; es hat mich indess nicht interessirt, diese Differenz aufzuklären; mir war genug, dass ich bestätigen konnte, dass Fische, insbesondere Aale, ungleich viel mehr Zeit zur völligen Lähmung brauchen, als die höheren Wirbelthiere. Dagegen muss ich auf ein eigenthümliches Verhältniss der subcutanen Injection bei den Fischen aufmerksam machen: Sticht man die Canüle einer Pravaz'schen Spitze in den Fisch ein, so gelangt man stets, da der Fisch nur sehr wenig subcutanes Gewebe besitzt, in die Muskulatur. Man kann den Stempel der Spritze nur mit grosser Anstrengung vorwärtsschieben und nicht selten trat bei meiner guten Spritze die Injectionsflüssigkeit über den Stempel: hat man doch die Injection fertig gebracht, so fliesst nach dem Herausziehen der Canüle ein Theil der Flüssigkeit zur Stichöffnung aus. Diese Art der Injection ist so mangelhaft, dass es mir z. B. bei einem Haifisch begegnet ist, dass derselbe trotz einer Injection gar nicht gelähmt worden war. Um dieser Unsicherheit zu entgehen, muss man die Injection stets in die Bauchhöhle machen; — ausgenommen sind Torpedo's, die, wie die Frösche, fast lose von ihrer Haut umgeben sind, bei denen sich demnach eine wahre subcutane Injection, wie bei den Fröschen ausführen lässt.

Die Versuche zeigen, dass Curare in der That auch die Krebse zu lähmen im Stande ist und dass diese Lähmung, betrachtet man das Körpergewicht und bedenkt, dass davon noch fast die Hälfte auf die Schilder des Krebses kommt, die hier zum Körpergewicht nicht mitzuzählen sind, in der That zeitlich noch später eintritt, als bei den Fischen.

Indess bald wurde meine Aufmerksamkeit durch eine neue Beobachtung noch mehr in Anspruch genommen.

20) Es war ein Krebs, der, von der Grösse der früheren, um 4 h. 40 M. $7^1/_2$ Mgr. Curare erhalten hatte; derselbe war trotz der dreifachen Dose um 7 h. 10 M., also nach 2 Std. 21 M. noch nicht vollständig gelähmt. Indem ich überlegte, welche Unterschiede in der Behandlung dieses Krebses gegen die früheren stattgefunden hatten, fiel mir ein, dass der letzte nach der Curareinjection zufällig in's Wasser gesetzt worden war, während die früheren Krebse unter einer Glasglocke, die über einen Teller gestülpt war, beobachtet wurden.

Diese Thatsache zu constatiren, war von grosser Wichtig-

keit, denn war sie zu bestätigen, was lag dann näher, als darin einen factischen Beweis für die Erklärung L. Hermann's[1]) zu sehen, nach welcher die späte Wirkung des Curare bei den Fischen daraus zu erklären wäre, dass durch die Kiemen das Gift wieder schnell zur Ausscheidung gelange, so dass die zur raschen Wirkung des Giftes nothwendige Dose niemals erreicht werde. Die Krebse befinden sich ja bekanntlich in derselben Lage, durch Kiemen zu athmen, also wahrscheinlich ist die Erklärung von Hermann richtig.

Es werden deshalb 2 Krebse von nahezu gleichem Körpergewicht gleichzeitig mit gleicher Dose vergiftet und der eine von ihnen im Freien beobachtet, der andere in's Wasser gesetzt.

21 a) } 2 Krebse von 30 und 35 Gr. Gewicht erhalten je
21 b) } 5 Mgr. Curare um 4 h. 10 M. und 4 h. 11 M.; a kommt in's Wasser, b bleibt im Freien; letzterer ist 6 h. 30 M. absolut gelähmt, während a um 8 h., wo der Versuch der vorgerückten Abendstunde wegen abgebrochen wurde und da er hinreichend beweist, noch nicht gelähmt ist.

Der im Wasser befindliche Krebs ist daher $1\frac{1}{2}$ Std. nach der Lähmung des im Freien befindlichen Krebses noch nicht gelähmt, d. h. eine sehr bedeutende Differenz.

Controlversuch. Ein unvergifteter Krebs wird unter die Glocke gesetzt und befindet sich nach 4 Std. vollständig normal; hier wird der Versuch abgebrochen, weil er hinreichend beweist, dass bei dem Versuch 2b die Functionsstörung in der That Folge des Giftes ist und nicht Folge des Aufenthaltes in einem dem Individuum immerhin ungewohnten Element.

Zur Sicherstellung der Thatsache wurde noch ein zweiter Versuch angestellt.

22a) } 2 Krebse erhalten 10 h. 48 M. und 10 h. 50 M. je
22b) } $2\frac{1}{2}$ Mgr. Curare; a bleibt im Freien, b kommt in's Wasser; ersterer ist 12 h. 5 M. vollständig gelähmt, während letzterer um 5 h. noch elektrisch erregbar ist.

Noch mehrere gleiche Versuche führten zur Bestätigung der Beobachtung, dass ein Krebs im Wasser kaum zu vergiften ist, während ein Krebs im Freien bei $2\frac{1}{2}$ Mgr. in ca. $1\frac{1}{2}$—2

1) Anmerkung in der Arbeit von Schiffer a. a. O.

Stunden der lähmenden Wirkung des Giftes erliegt, wie dies in gleicher Weise bei den Wirbelthieren in noch höherem Maasse der Fall ist.

Diese Versuche interessirten eigentlich weniger an sich, als vielmehr insofern als sie Aufklärung bringen sollten über die Ursache des so späten Eintrittes der Lähmung der motorischen Nerven bei den Fischen; denn wenn auch meine obigen Versuche lehren, dass eine primäre centrale Lähmung nach sehr kurzer Zeit eintritt, so bleibt immer die späte Wirkung auf die motorischen Nerven unerklärt.

Es genügte zu wissen, dass durch Kiemen athmende Individuen, Krebse, im Freien, wo sie von dieser Athmung keinen Gebrauch machen können, in gewisser Zeit dem Curare erliegen, während sie im Wasser, in Vollbesitz ihrer Kiemenathmung, ausserordentlich resistent gegen das Gift sich verhalten, um die Hermann'sche Erklärung acceptirend durch Analogie auf ein gleiches Verhalten bei den Fischen zu schliessen resp. zu folgern, dass die Ursache der spät eintretenden Lähmung der motorischen Nerven bei den Fischen gegeben sei in der schnellen Ausscheidung des Giftes durch die reich vascularisirte Oberfläche der Kiemen.

Ich konnte auch theoretisch nachweisen, dass diese Erklärung noch durchaus nicht erschüttert wird durch den zeitigen Eintritt der von mir beobachteten primären centralen Wirkung des Giftes.

Man kann sich indess nicht verhehlen, dass über dem Analogieschluss der directe Beweis steht; dieser war aber schwer zu führen. Es wäre nöthig gewesen, den Fisch gleichwie es bei dem Krebs geschehen ist, eine ziemliche Zeit ausser dem Wasser parallel mit einem Fische in Wasser beobachten zu können. Ein Fisch verträgt aber bekanntlich einen auch nur kurzen Aufenthalt auf dem Lande nicht.

Indess, wenn auch unsere gewöhnlichen Fische den Landaufenthalt gar nicht vertragen, so ist doch bekannt, dass die Aale sogar spontan auf's Ufer kommen, wo sie sich in bethautem Grase längere Zeit aufhalten können, um später wieder in's Wasser zurükzukehren.[1])

---

1) C. G. Giebel, a. a. O. S. 359.

Es musste demnach möglich sein, einen Aal unter einer Glasglocke, in welcher sich etwas nasses Fliesspapier befindet, längere Zeit beobachten zu können, um so einen directen Versuch auf die Richtigkeit der Hermann'schen Erklärung zu machen.

23) Ein Aal von 89 Gr. erhält 9 h. 55 M. 0·01 Gr. Curare; 10 h. fast keine Respiration, kommt in's Wasser; lässt sich behutsam auf den Rücken legen, um sich auf Reiz sofort wieder umzukehren; 11 h. 4 M. absolute Lähmung.

24) Ein Aal von 92 Gr. erhält 9 h. 58 M. 0·01 Gr. Curare; kommt in die feuchte Kammer; 10 h. 6 M. lässt sich behutsam auf den Rücken legen, um sich auf Reizung sofort umzudrehen; 11 h. 58 M. absolute Lähmung. In beiden Fällen schlägt nach erfolgter vollständiger Lähmung das Herz ruhig fort.

Controlversuch. Ein Aal wird in die feuchte Kammer gesetzt; 10 h. 29 M. auf den Rücken gelegt, dreht er sich selbst sofort um; 12 h. 25 M. ist der Aal noch vollkommen beweglich. Die Beobachtung wird hier abgebrochen, weil sie genügend beweist, dass ein Aal über 2 Std. ohne Schaden ausserhalb des Wassers leben kann.

Dieser Versuch zeigt, dass die angezogene Erklärung, so plausibel sie an sich und mir persönlich nach den Krebsversuchen erschien, unrichtig sein müsse; dass es nicht die rasche Ausscheidung durch die Kiemen ist, welche die Curare-Wirkung bei den Fischen verzögert. So wenig darf aber umgekehrt für die Krebse diese Erklärung der thatsächlich bestehenden Differenz der Wirkung in und ausser dem Wasser herangezogen werden. Indem ich es augenblicklich aufgebe, zu forschen, welches bei den Fischen der Grund der verzögerten Wirkung des Curare auf die motorischen Nerven ist, muss ich nach Gründen suchen, die das differente Verhalten der Krebse in Wasser und Luft erklären sollen.

Eine einfache Beobachtung, die man bei jeder an Krebsen vorzunehmenden Injection, wenn man sich einer Stichcanüle bedient, machen kann, giebt über den Grund dieser Differenz Aufschluss. Sticht man nämlich eine Canüle in die Weichtheile eines Krebses, so bemerkt man beim Herausziehen derselben, wie ein ganzer Strom von Flüssigkeit aus der Stichöffnung hervorquillt. Hat man nun das Gift injicirt und zieht die Canüle

heraus, so quillt mit dem nachfolgenden Strome auch das Curare heraus. Bleibt der Krebs im Freien, so wird das Gift wieder aufgesaugt und kommt zur Wirkung; kommt der Krebs aber in's Wasser, so wird jedenfalls ein sehr grosser Theil des Giftes vom Wasser weggespült, so dass der Krebs in der That gar kein oder nur sehr wenig Curare erhält. Die grosse Wahrscheinlichkeit dieser Erklärung wird noch erhöht durch die wiederholt gemachte Beobachtung, dass das Wasser um den Krebs von Curare gelblich gefärbt war. Dass diese Beobachtung wirklich objectiv war, geht daraus hervor, dass sie, soviel ich mich erinnere, schon gemacht war, bevor ich noch diesem Gedankengang gefolgt bin.

Wir haben demnach die Wirkung des Curare auf Krebse nur in den Versuchen wirklich vor uns, in denen der Krebs sich ausserhalb des Wassers befindet; diese Zeit scheint mir noch länger zu sein, als bei den Fischen; so dass Beide gegen die Amphibien resp. den Frosch und die übrigen höheren Wirbelthiere bedeutend differiren. Welches aber der Grund dieser Differenz ist, ist vorläufig noch unbekannt, wird aber in einem späteren Abschnitte behandelt werden.

§. 3. Wirkung des Curare auf Triton.

Ich theile hier einige an Tritonen gemachte Versuche mit, um am Schlusse dieses Paragraphen eine oben gemachte und zum Theil schon bewiesene Schlussfolgerung noch weiter stützen zu können.

25) Ein Triton von 10 Gr. erhält 9 h. 45 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare injicirt; 10 h. 10 M. erste Vergiftungserscheinung, 10 h. 17 M. absolute Lähmung. Aus der Stichwunde war etwas Curare ausgeflossen.

Dieser Versuch war mit den ersten Fischversuchen gemacht worden, wo ich die centrale Wirkung des Curare noch nicht kannte, aber aufgefallen war schon hier, wie sehr lange Zeit verstrichen war von dem Verluste des Gleichgewichtes bis zum vollen Verlust der Reflexthätigkeit.

26) Ein Triton von $12^1/_2$ Gr. erhält 3 h. 46 M. $2^1/_2$ Mgr. Curare; 3 h. 53 M. lässt er sich auf den Rücken legen, ohne

sich selbständig umzudrehen, was erst auf Reizung geschieht, 4 h. 6 M. absolute Lähmung.

27) Ein Triton 13 1/5 Gr. erhält 3 h. 47 M. 2 1/2 Mgr. Curare, 3 h. 51 M. lässt sich auf den Rücken legen und bleibt so liegen, 4 h. 6 M. absolute Lähmung.

Diese Versuche zeigen, dass die Zeit, welche nöthig ist, um die absolute Lähmung eines Tritonen herbeizuführen, in Anbetracht des sehr geringen Körpergewichtes sehr gross ist und nicht fern der Zeit steht, die ein kleiner Weissfisch braucht. Ich sehe darin einen weiteren Beweis für die Thatsache, dass die Wirkung des Curare vom Frosch bis zum Aal keinen so enormen Sprung macht, wie es bisher scheinen musste, sondern dass ein allmälicher Uebergang vermittelt wird, einerseits durch den geschwänzten und unterhalb der ungeschwänzten Batrachier stehenden Triton, und andererseits durch Gründling und Rothfeder, die in der Klasse der Fische über den Aalen stehen.

§. 4. Wirkung des Curare auf Haifische und Rochen, mit besonderer Berücksichtigung des elektrischen Rochens Torpedo.

Die oben citirte Abhandlung von Fr. Boll widmet ein besonderes Kapitel den über die Wirkung des Curare auf Torpedo gemachten Erfahrungen; die Wirkung desselben Giftes auf unsere Süsswasserfische wird nur in einer Anmerkung mitgetheilt. Wir ersehen hier, dass die elektrischen Rochen gegen Curare vollständig immun sind, eine Behauptung, die zunächst von Boll selbst, nach den später eingesehenen Erfahrungen von Moreau[1]), dahin modificirt werden musste, dass die elektrischen Rochen, noch mehr als unsere Süsswasserfische, relative Immunität gegen das Pfeilgift besässen. Die Lähmung der elektrischen Nerven hat auch Moreau nicht beobachten können.

Bei den an Torpedo's anzustellenden Versuchen handelte es sich für mich um Feststellung dreier Punkte: 1) Wie verhält sich das Centralorgan in Hinblick auf die bei den Süss-

1) Comptes rendus, 1860. 2. 1. S. 573.

wasserfischen gemachten Erfahrungen; 2) wie verhalten sich die motorischen Nerven, resp. ist die Beobachtung von Moreau richtig und 3) wie verhalten sich die elektrischen Nerven.

Das von mir bisher angewendete Curare war verbraucht und ich bezog nach dem gefälligen Rath des Herrn Prof. C. Ludwig eine neue Quantität aus der Droguenhandlung von Brückner, Lampe und Comp. in Leipzig, das ich nicht genug empfehlen kann; dasselbe wirkt, glaube ich, noch besser als das in den ersten Versuchen verwendete. Ich begann auch hier meine Untersuchungen bei kleinen Exemplaren von Torpedo, dem gleichen Gedankengang, wie oben, folgend.

Der Zustand des Centralorgans wird hier ebenfalls dadurch kontrolirt, dass die Torpedo auf den Rücken zu legen gesucht wird, was eine normale Torpedo niemals mit sich geschehen lässt; zur Prüfung der Functionsfähigkeit des elektr. Nerven wird zunächst der Fisch nur mechanisch im Wasser gereizt, so dass ich selbst die Schläge empfinden muss, ein Verfahren, das ich an einer andern Stelle[1]) geschildert habe; eine für den Fisch sehr unschädliche Prüfung; im weiteren Verlaufe des Versuches werden erst die Lobi electrici und später der elektrische Nerv selbst durch Inductionsströme gereizt.

28) Eine Torpedo marmor. von 54 Gr. Gewicht erhält 4 h. 28 M. 5 Mgr. Curare subcutan; schon nach 5 M. lässt sich dieselbe auf den Rücken legen, ohne sich wieder umwenden zu können; die Athmung fängt an unregelmässig zu werden; giebt starke elektr. Schläge; 4 h. 43 M. liegt ganz ruhig auf dem Sande ohne Athmung; auf Kneifen des Schwanzes heftige Reflexbewegung; 5 h. 25 M. Reflexbewegung, aber kein fühlbarer elektrischer Schlag; 5 h. 50 M. keine Reflexbewegung mehr; senkt man um 6 h. 2 Nadelelektroden in die Lobi electrici und reizt dieselben elektrisch, so zuckt das auf das elektrische Organ aufgelegte Nervmuskelpräparat als Zeichen einer erfolgten Entladung; 6 h. 15 M. auf elektrische Reize der Lobi keine Zuckung des aufgelegten Froschschenkels.

---

1) Ueber die Immunität der Zitterrochen Torpedo gegen ihren eigenen Schlag. Dies Archiv 1874.

29) Eine Torpedo ocell. von 74 Gr. erhält 10 h. 14 M. 5 Mgr. Curare; 10 h. 18 M. lässt sich auf den Rücken legen, Respiration wird unregelmässig; 10 h. 25 starke Reflexbewegungen und fühlbare elektrische Schläge; 11 h. 40 M. keine Reflexbewegung und kein fühlbarer Schlag. Directe Reizung des Lobus electr. bei 13 Centimeter Rollenabstand Zuckung des Foschschenkels. 12 h. der elektr. Nerv wird präparirt, bewirkt aber, bei dem vorigen Rollenabstand gereizt, keineEntladung; erst bei 65 Cm. zuckt der Froschschenkel; 12 h. 10 M. erfolgt auf Reizung des elektr. Nerven keine Zuckung des Froschschenkels mehr.

30) Eine Torpedo ocell. von 114 Gr. erhält 2 h. 56 M. 5 Mgr. Curare; 3 h. 15 M. lässt sich auf den Rücken legen, ohne sich umwenden zu können; Respiration noch vollkommen gut; 4 h. 25 M. Respiration hat aufgehört, nur hin und wieder eine tiefe Inspiration; 4 h. 30 M. Reflexbewegung und fühlbare elektrische Schläge; 5 h. 20 M. ebenso; 5 h. 45 M. kaum eine Reflexbewegung, aber noch fühlbare Schläge, die indessen entschieden schwächer geworden sind.

Um 6 h. wurde der Versuch unterbrochen, um zu sehen, ob sich der Fisch von dieser Dose wieder erholen könnte. Am nächsten Morgen ist der Fisch vollständig todt.

31) Eine Torp. marmorat. von 125 Gr. erhält 1 h. 25 M. 5 Mgr. Curare; 1 h. 45 M. lässt sich leicht auf den Rücken legen, Respiration hat schon aufgehört, aber fühlbare elektrische Schläge, sowie starke Reflexbewegung; 3 h. Reflexbewegungen, aber keine fühlbaren Schläge; 4 h. 35 M. Zuckung des Froschschenkels auf direkte Reizung der lobi electrici; ebenso 6 h. 15 M., wo der Versuch abgebrochen wird; das Herz schlägt noch. Am nächsten Morgen ist der Fisch todt.

32) Eine Torp. ocell. von 92 Gr. erhält 3 h. 33 M. 5 Mgr. Curare; 10 h. 9 M. lässt sich auf den Rücken legen; 10 h. 50 M. Respiration unregelmässig, Reflexbewegung gut. 11 h. Respiration hat aufgehört, Reflexbewegung und fühlbarer elektrischer Schlag. 11 h. 22 M. keine Athmung. 1 h. 18 M. keine Reflexbewegung, aber fühlbarer, wiewohl schwächerer elektrischer Schlag. 2 h. 30 M. noch fühlbarer elektrischer

Schlag; 2 h. 45 M. kein fühlbarer elektrischer Schlag; 3 h. 30 M. Zuckung des aufgelegten Froschschenkels bei Reizung der Lobi electr.; 4 h. 25 M. keine Zuckung mehr auf elektrische Reizung der Lobi.

Gehen wir zunächst zur Analyse dieser 5 Versuche über und betrachten das Verhalten der elektrischen Nerven, so finden wir allen Versuchen gemeinsam, dass nach einer gewissen Zeit elektrische Schläge nicht mehr zu fühlen sind. Ich habe anfangs, da die Lähmung der sensiblen Nerven noch nicht bewiesen ist und eine Lähmung der Lobi electr. effectiv nicht bestand, schon aus diesem Umstande auf ein Ergriffensein der elektrischen Nerven schliessen wollen; vielleicht ist der Schluss nicht falsch, keineswegs aber ist er bindend, denn, wie ich später noch auseinanderzusetzen Gelegenheit haben werde, ist ebensowenig bewiesen, dass um diese späte Zeit die sensiblen Nerven noch functioniren. Doch wird man sich bei derartigen Vorversuchen sagen, dass, da die sensible Bahn und das Centralorgan wahrscheinlich unversehrt sind, das Hinderniss im elektrischen Nerven seinen Sitz haben muss.

Daher ist dieses Empfinden des Schlages im Anfang immer ein gutes diagnostisches Merkmal für die Functionsfähigkeit des elektrischen Nerven und durchaus der stets mit materieller Verletzung des Fisches verbundenen elektrischen Reizung vorzuziehen.

Wir werden weiterhin den elektrischen Nerven gelähmt erachten nur dann, wenn wir auf elektrische Reizung der Lobi electr. oder des elektrischen Nerven selbst keine Entladung mehr werden wahrnehmen können.

In den beiden Versuchen 28 und 29 sehen wir in der That die Entladung ca. 2 Stunden nach der Vergiftung ausbleiben, ein Beweis für die eingetretene Lähmung des elektr. Nerven. Dagegen finden wir in den Versuchen 30 und 31 selbst nach 5 Stunden, wo der Versuch abgebrochen wurde, den elektrischen Nerven noch functionsfähig; in Versuch 32 die Lähmung des elektrischen Nerven sogar erst nach 7 Stunden eintreten.

Welches ist der Grund dieser Differenz in den beiden Versuchsweisen? Es ist offenbar nur der Unterschied in der Kör-

pergrösse. Während in allen 5 Versuchen die gleiche Dose von 5 Mgr. angewendet wird, sind die Körpergewichte 54,74; 114, 125, 92 Gramm; wie gross der Einfluss des Körpergewichtes ist, haben wir schon wiederholt gesehen.

Zum Beweise, das auch hier kein anderer Grund für die Differenz vorliegt, und zur weiteren Demonstration der wirklich durch das Curare eintretenden Lähmung des elektrischen Nerven werden noch folgende Versuche mit höheren Dosen angestellt.

33) Eine Torpedo marmorat. von 178 Gr. Gewicht erhält 11 h. 8 M. 1 Centigr. Curare; 11 h. 10 M. lässt sie sich schon auf den Rücken legen; 11 h. 30 M. insufficiente Athmung, heftige Reflexe und fühlbare Schläge; 2 h. 30 M. Reflexbewegung, aber kein fühlbarer Schlag; 4½ h. keine Reflexbewegung, aber Zuckung des Froschschenkels bei directer Reizung des elektrischen Nerven; 5 h. 25 M. ebenso; 6 h. 5 M. totale Lähmung des elektrischen Nerven. Herz schlägt.

34) Eine Torpedo ocell. von 129 Gr. erhält 10 h. 33 M. 1 Centigr. Curare; 3 h. 15 M. keine Reflexbewegung und kein fühlbarer elektrischer Schlag; 4 h. 45 M. absolute Lähmung des elektrischen Nerven.

35) Eine Torpedo marmorat. von 253 Gr. erhält 10 h. 20 M. 1½ Centigr. Curare; 10 h. 35 M. vollständige Wirkung des ersten Stadiums der Vergiftung; 4 h. 25 M. Zuckung des aufgelegten Froschschenkels bei directer Reizung des elektrischen Nerven; 5 h. 10 M. totale Lähmung des elektrischen Nerven.

36) Eine Torpedo ocell. von 302 Gr. erhält 10 h. 30 M. 1½ Centigr. Curare; 3 h. 15 M. keine Bewegung und kein fühlbarer elektr. Schlag; 4 h. 2 M. absolute Lähmung des elektr. Nerven. Herz schlägt.

Aus den angeführten Versuchen ist zu ersehen, dass der elektrische Nerv der Torpedo in der That durch das Curare gelähmt wird; dass diese Lähmung aber viel später eintritt, als die Lähmung der Bewegungsnerven; dass ferner der frühere oder spätere Eintritt der Lähmung von dem Körpergewicht des Thieres und der angewandten Dose ausserordentlich abhängig ist. Dagegen muss unentschieden bleiben, ob um diese Zeit

nur die Terminalfasern oder auch schon der Stamm des elektrischen Nerven gelähmt sind.

Wir können ferner die Angabe von Moreau bestätigen, dass die Bewegungsnerven der elektrischen Rochen in gleicher Weise, wie die der anderen Fische gelähmt werden, und weiterhin sehen wir ebenfalls die Wirkung auf das nervöse Centralorgan in sehr exquisiter Weise ebenso, wie bei den Süsswasserfischen auch hier auftreten.

Wir wollen hier einen Augenblick den Gang der Untersuchung unterbrechen, um zu erfahren, wie es möglich war, dass Fr. Boll — von Moreau muss abgesehen werden, da er keine Dosen angiebt — seine Torpedines immun gegen Curare hat finden können.

Wir gelangen zum Verständniss dieser Thatsache, wenn wir die Körpergewichte und Dosen der Boll'schen Versuche mit den meinigen vergleichen. Bestimmungen des Körpergewichts hat Boll nicht gemacht, sondern nur die Länge seiner Fische angegeben; im Hinblick darauf hatte ich bei meinen Wägungen ebenfalls die Länge einiger Fische notirt und kann so das Körpergewicht der Boll'schen Fische bestimmen.

In Boll's 2. Versuche hat die Torpedo eine Länge von 35 Cm.; ich finde in meinen Aufzeichnungen eine Torpedo von gleicher Länge, die ein Gewicht von nicht weniger als 655 Gramm hat.

Im ersten Versuche hat die Torpedo 32 Cc. Länge; in meinen Protokollen finde ich Längen von 27·5 Cm., mit 302 und 336 Gr. Körpergewicht; ich kann also ganz sicher die Länge von 32 Cm. auf 400—450 Gr. Schwere rechnen, da es in der Form dieser Fische liegt, dass ihr Körpergewicht unverhältnissmässig gegen ihre Länge zunimmt.

Für diese bedeutenden Grössen hat Boll im ersten Falle 2 Centigr., im zweiten Falle $2^1/_2$ Centgr. Curare angewendet und findet im ersten Fall (655 Gr. Körpergewicht) nach 3 Std., im zweiten Falle (400—450 Gr. Gewicht) nach 2 Std. motorische und elektrische Nerven in voller Function.

Von meinen Versuchen will ich zum Vergleich nur die beiden bisher höchst dosirten Versuche anführen; in diesen

finden wir bei 302 Körpergewicht und einer Dose von $1^1/_2$ Centigr. Lähmung der motorischen Nerven nach 4 Std. 45 M., Lähmung des elektrischen Nerven nach 6 Std. 15 M., ferner bei 253 Gr. Körpergewicht und $1^1/_2$ Centigr. Lähmung des elektr. Nerven nach 6 Std. 50 M., d. h. Boll blieb bei seinen Versuchen entweder unter der Minimaldose, so dass gar keine Vergiftung eintrat oder, was mir wahrscheinlicher dünkt, es trat eine solche ein; dieselbe fällt aber später, als Boll seine Beobachtung schon aufgegeben hatte. All' dem widerspricht nicht die Boll'sche Angabe, dass das Strychnin doch zu deutlicher Wirkung gekommen ist. Wenn ich über die Theorie der Curarewirkung sprechen werde, soll auch dieser Punkt eine befriedigende Erledigung finden. Weiter unten werde ich Gelegenheit haben durch höhere Dosen diese Erklärung noch mehr zu vergewissern.

Das Alles ist im vollsten Umfange nur richtig bei gleicher Güte der angewandten Präparate; ich glaube aber, dass mein in Neapel angewendetes Curare noch heftiger wirkt, als dasjenige, mit dem die Versuche an Süsswasserfischen angestellt sind, wo ich mich desselben Giftes, wie Boll, bedient hatte.

Folgender Versuch soll dies zeigen:

37) Ein Aal von 88 Gr. Gewicht erhält 10 h. 31 M. 1 Centgr. Curare; 11 h. 12 M. absolute Lähmung.

Wir sehen hier die absolute Lähmung des Aales in der That früher eintreten, als bei den ersten Aalversuchen. Mit diesem Präparate hätte Boll vielleicht die Lähmung der motorischen Nerven beobachtet.

Weshalb Matteucci[1]) und Moreau die Lähmung des elektrischen Nerven nicht gesehen haben, lässt sich nicht nachweisen; wahrscheinlich weil sie nicht lang genug gewartet haben

Während ich meine Versuche schreibe, finde ich in Boll's Anmerkungen[2]) eine Notiz, nach welcher Marey's Angabe über die Wirkung des Curare auf Torpedines unklar sein soll. Ich will diese Stelle zur eigenen Beurtheilung des Lesers hier

1) Siehe bei Fr. Boll a. a. O.

2) A. a. O. S. 96. Nachträgliche Anmerkung.

anführen: „Cette paralyse (d. h. des elektrischen Organes) peut aussi avoir lieu par l'effet du curare, bien que l'action de ce poison soit plus lente sur les nerfs électriques que sur la plupart des nerfs du mouvement"; ich kann nicht anders verstehen, als dass Marey die Lähmung der elektrischen Nerven gesehen hat; dieselbe allerdings ebenfalls später eintreten, als die der Bewegungsnerven.

Will ich historisch gerecht sein, so muss ich durchaus Hrn. Marey die Priorität dieser Beobachtung vindiciren; mir bleibt nur übrig, unklare Begriffe über diesen wichtigen Gegenstand klar gelegt zu haben.

Kehren wir zu unserer Untersuchung zurück, so haben wir gesehen, dass nach vorausgegangener Lähmung des nervösen Centrums, des Respirationscentrums und der Bewegungsnerven bei Torpedines von ca. 120—150 Gr. Körpergewicht bei einer Dose von 1 Cgr. der elektrische Nerv in ca. 6 Stunden gelähmt ist.

Demnach wäre der Gegenstand in positivem Sinne erledigt, müsste man sich nicht noch die Möglichkeit vorhalten, dass alle diese Erscheinungen, ausser der Giftwirkung, in einem weiteren causalen Zusammenhange mit einander stehen könnten, d. h. dass die auf den Respirationsstillstand eintretenden Lähmungen nur Folge der sistirten Athmung und nicht Folge der Einwirkung des Giftes seien.

Als solche kämen demnach in Betracht die Lähmung der Bewegungs- und der elektrischen Nerven. Was die ersteren betrifft, so sind wir berechtigt ohne jeden Versuch aus der Analogie mit anderen kaltblütigen Thieren, den Fröschen, zu schliessen, dass in diesen Versuchen die Lähmung der motorischen Nerven nur Folge der Einwirkung des Giftes sei. Nicht ebenso glücklich sind wir dem elektrischen Nerven und noch weniger dem elektrischen Apparat gegenüber. Wenn wir auch für den elektrischen Nerven, dessen Identität mit den anderen Bewegungsnerven wir annehmen können, den oben angezogenen Analogieschluss wagen dürfen, so haben wir über das Verhalten des elektrischen Apparates d. h. wie lange seine Erregbarkeit ohne Athmung sich erhalten kann, nur sehr geringe Erfahrungen, die nicht gerade dafür sprechen, dass der elektri-

sche Apparat seine Erregbarkeit sehr lange nach dem Tode behält, wie z. B. Valentin [1]) sagt: „In dem Todeskampfe verliert sich die Entladungsfähigkeit nach und nach. Man sieht aus diesem Allen, dass sich die letztere durchaus der Muskelreizbarkeit parallelisirt. Doch schwindet in der Agonie die elektrische Kraft früher, als die Muskelirritabilität.“ Es ist demnach unser Resultat bezüglich der Lähmung des elektrischen Nerven gefährdet durch die Möglichkeit, dass in Folge der sistirten Athmung der elektrische Apparat unerregbar geworden ist, so dass desshalb die elektrischen Entladungen aufgehört haben und nicht in Folge der Lähmung des elektrischen Nerven.

Der entscheidende Versuch musste so angestellt werden, dass bei voller Integrität des Fisches die Athmung suspendirt wird, ein Zustand, der nur dadurch zu erreichen ist, dass die Athmungsnerven durchschnitten werden. Soviel ich mich aber in anatomischen oder physiologischen Handbüchern umsah; ich konnte nirgends eine Angabe über den Verlauf dieser Nerven bei Fischen finden. Wenn man aber einige Male die elektrischen Nerven blossgelegt hat, so bekommt man wohl den Eindruck, als müssten die Athemnerven mit den elektrischen Nerven bis zu den Kiemen hin verlaufen; man könnte also den gewünschten Zweck erreichen, wenn man einen Theil der elektrischen Nerven durchschneiden würde. Nachdem ich die hinteren Partien der elektrischen Nerven durchschnitten hatte, athmete der Fisch so gut, wie zuvor, als Beweis dafür, dass ich mich zunächst in meiner Voraussetzung geirrt hatte. Indem ich noch überlegte, auf welche Weise ich doch meinen Zweck erreichen könnte, fiel mir ein Ausweg ein, der folgender Ueberlegung entsprach.

Da eine Torpedo von 178 Gr. (36. Versuch) bei 1 Centigr. Curare nach ca.6 Std. einen noch erregbaren Apparat besitzt, wo die Respiration schon seit 5 Std. cessirt, so kann, wenn durch eine höhere Dose der ganze Vorgang der Vergiftung so beschleunigt wird, dass die Entladungen schon aufhören, wenn die Ath-

---

1) Valentin, Handwörterbuch der Physiologie von Rud. Wagner; Bd. I. Artikel Elektricität der Thiere. S. 261.

mung eine viel kürzere Zeit sistirt war, so kann, meine ich, dies nicht Folge etwa eingetretener Unerregbarkeit des elektrischen Organs sein, sondern muss als Folge der Vergiftung aufgefasst werden.

38) Eine Torpedo ocell. von 118 Gr. erhält 10 h. 13 M. $2^1/_2$ Centigr. Curare; 12 h. 50 M. totale Lähmung des elektrischen Nerven.

39) Eine Torpedo marmorat. von 336 Gr. erhält 12 h. 43 M. 5 Centigr. Curare; 4 h. 15 M. totale Lähmung des elektrischen Nerven.

Der erste Versuch, (38) bei dem wir ca. gleiches Körpergewicht, wie in den früheren Versuchen 178 und 121 Gr. haben, zeigt sehr deutlich, wie die Wirkung auf den elektrischen Nerven durch die höhere Dose beschleunigt wird und beweist damit vollständig, dass das Aufhören der elektrischen Entladungen nach der Curarisirung der Torpedines, wie spät es auch eingetreten ist, nur Folge der lähmenden Wirkung des Giftes auf den elektrischen Nerven ist und nicht Folge der Unerregbarkeit des elektrischen Organs, herbeigeführt durch die Sistirung des Aust[illegible] der Athmungsluft.

Versuch 29 beweist dasselbe, wenn wir ihn mit dem 36. Versuch vergleichen.

Es folgt aber noch ein weiterer interessanter Schluss aus diesen beiden vergleichenden Versuchsreihen, nämlich der, dass das elektrische Organ, genau, wie der Froschmuskel, mehrere Stunden ohne Athmung seine Erregbarkeit behalten kann. —

Was das Verhalten der anderen Selachier dem Curare gegenüber betrifft, so war nach den voraufgegangenen Versuchen an Torpedo nicht zu zweifeln, dass sie sich nicht wesentlich anders, als diese, verhalten würden, weshalb ich mich auf eine geringe Zahl von Vergiftungen beschränken zu können geglaubt habe.

40) Eine Raja clavata von 227 Gr. Gewicht erhält 3 h. 18 M. $1^1/_2$ Centigr. in die Bauchhöhle injicirt[1]) 3 h. 24 M.

1) Man achte besonders bei diesen Fischen, denen die Oberhaut so sehr fest aufliegt, darauf, die Injection in die Bauchhöhle zu machen.

keine willkürliche Bewegung, lässt sich auf den Rücken legen, keine Athmung; starke Reflexbewegungen; 4 h. 10 M. absolute Lähmung.

41) Ein Haifisch (Acanthias vulgaris) von 89 Gr. erhält 3 h. 20 M. 1 Centigr. Curare; es geht bei der Injection etwas verloren; 4 h. 15 M. lässt sich auf den Rücken legen; unregelmässige Respiration; 4 h. 30 M. keine Respiration, heftige Reflexbewegungzn; 6 h. absolute Lähmung.

42) Ein Haifisch von 60 Gr. erhält 11 h. 7 M. 1 Centigr. Curare; 11 h. 10 M. lässt sich auf den Rücken legen; 11 h. 12 M. keine Respiration; 12 h. 35 M. absolute Lähmung.

Es folgt aus diesen drei Versuchen, dass auch andere Selachier und gewiss ebenso alle übrigen in gleicher Weise, wie die Torpedines, dem Curare erliegen.

Zur besseren Orientirung diene die Tabelle Seite 169.

§. 5. Wirkung des Curare auf Mollusken, Seesterne, Holothurien und Medusen.

Aus den bisherigen Untersuchungen über das Curare bei den höheren Wirbelthieren, namentlich den Säugethieren, war bekannt, dass das Gift vornehmlich nur die Nerven angreift, welche zu quergestreiften Muskeln gehen, dass dagegen diejenigen Nerven, welche zu glatten Muskeln hinführen, in einer sehr späten Zeit, die fast kaum noch controlirt worden ist, ergriffen werden.

Wenn man weiss, dass die Mollusken nur glatte Muskeln besitzen[1]), so konnte man kaum eine Wirkung des Curare auf diese Thiere erwarten.

Ein derartiger Versuch ist schon in früherer Zeit von J. Bernstein[2]) gemacht worden und zwar bei Muscheln, der in der That negativ ausgefallen war.

Ich war selbst sehr begierig die Wirkung des Giftes auf diese wirbellosen Individuen zu sehen. Die ersten Versuche,

1) Th. v. Siebold. Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere; S. 304.

2) J. Bernstein. De animalium vertebratorum musculis nonnulla. Diss. inaug. Berol. 1862 pag. 30.

Tabelle IV.

Versuchs-Nummer.	Name.	Gewicht.	Dose.		Zeit der Injection.		Zeit, in welcher sich der Fisch auf den Rücken legen lässt.		Absolute Lähmung des motorischen Nerven.		Zeit, nach der die erste Vergiftung eintritt.		Zeit, nach welcher absolute Lähmung eintritt.		Lähmung des elektrischen Nerven.		Zeit, nach welcher der elektr. Nerv gelähmt ist.		Temperatur.
		Gr.			h.	M.	h.	M.	h.	M.	h.	M.	h.	M.	h.	M.			25° C.
28.	Torpedo marmorata	54	5	Mgr.	4	28	4	33	5	50	—	5	1	22	6	15	1	47	—
29.	„ ocellata	74	5	—	10	14	10	18	11	40	—	4	1	26	12	10	1	56	—
30.	„ „	114	5	—	2	56	3	15	5	45	—	19	2	49	?		6	55	—
31.	„ marmorata	125	5	—	1	25	1	45	4	35	—	20	3	10	?		6	57	—
32.	„ ocellata	92	5	—	9	33	10	9	1	18	—	36	3	45	4	25	6	12	—
33.	„ marmorata	178	1	Cgr.	11	8	11	10	4	30	—	2	5	22	6	5	6	50	—
34.	„ ocellata	129	1	—	10	33	?		3	15	?		4	42	4	45	6	15	—
35.	„ marmorata	253	1½	—	10	20	10	35	?		—	15	?		5	10	2	2	—
36.	„ ocellata	302	1½	—	10	30	?		3	15	?		4	45	4	45	3	32	—
37.	„ „	118	2½	—	10	13	?		?		?		?		12	15			—
38.	„ marmorata	336	5	—	12	43	?		?						4	15			—
39.	Raja clavata	227	1½	—	3	18	3	24	4	10	—	6	4	52					—
40.	Haifisch	89	1	—	3	20	4	15	6	10	—	45	2	40					—
41.	„	60	1	—	11	7	11	10	12	35	—	3	1	28					—

Anmerkung. Wenn in dieser Tabelle einzelne Rubriken fehlen, so ist der Grund der, dass diese Punkte durch anderweitige Versuche schon hinreichend klar gelegt waren und es deshalb einer neuen Notirung nicht weiter bedurfte.

die ich anstellte, betrafen unsere gewöhnliche Weinbergsschnecke Helix pomatia.

43) Eine Schnecke wird so auf einen Teller gelegt, dass sie, soweit sie eben kann, ihr Haus verlässt und auf dem Teller herumkriecht; plötzlich erhält sie vom Rücken her eine Curareinjection von $2^1/_2$ Mgr.; sie ist im Moment todt; wird sie aber von irgend einer Stelle ihrer Körperoberfläche auch nur ganz schwach mit Nadelstichen gereizt, so macht sie stets reflectorische Bewegungen.

Das Charakteristische der Erscheinung liegt darin, dass die Schnecke die Gewalt über alle ihre selbstständigen Bewegungen vollkommen eingebüsst hat, während die Reflexthätigkeit ebenso vollkommen erhalten ist. Drei weitere Schnecken zeigen bei der gleichen Giftmenge genau dieselben Erscheinungen.

Nach etwa 24 Stunden haben sich sämmtliche 4 Schnecken von der Vergiftung erholt; unter andere Schnecken gebracht, sind sie jetzt durch nichts von jenen zu unterscheiden.

44) Einer Schnecke wird in der gleichen Weise eine Pravaz'sche Spritze Brunnenwassers injicirt; dieselbe zeigt danach nicht die geringste Alteration.

Dieser Controlversuch lehrt, dass die Wirkung im Versuch 43 durchaus dem Gifte zuzuschreiben ist.

45) Eine Schnecke erhält vom Rücken her eine Injection von 5 Mgr. Curare; genau dieselbe Erscheinung wie oben; nach 24 Stunden macht sie noch Reflexbewegungen; erholt sich aber nicht wieder und geht zu Grunde.

Schon nach 24 Std. lag sie in einer Menge von Flüssigkeit, die wohl aus dem Gehäuse stammte. Die Richtung, nach welcher hin d. h. nach dem Vorder- oder Hintertheil des Thieres, die Injection gemacht werde, ist für den Erfolg gleichgültig.

46) Macht man eine Injection von $2^1/_2$ Mgr. in die Sohle der Schnecke, so erfolgt dieselbe Erscheinung nicht so momentan, sondern etwa nach einer Minute; im Uebrigen sind die Erscheinungen vollkommen gleich; der Unterschied liegt wesentlich darin, dass sich dieses Individuum schon nach 3 Stunden wieder erholt hatte.

Hr. Prof. Nasse hier, dem ich gesprächsweise diese Re-

sultate mittheilte, bestätigte mir den Erfolg, da er eben zu dieser Zeit Schnecken zu anderen Zwecken curarisirt hatte und fügte hinzu, dass vom Nerven aus Zuckung der Muskeln zu beobachten sind.

Ich muss gestehen, dass ich durch diese Thatsache sehr überrascht war; der augenblickliche Gedanke, dass die Erscheinung Folge der Verletzung wäre, wurde durch den oben angeführten Controlversuch sofort widerlegt.

Was die Deutung betrifft, so erschien mir nur eine Möglichkeit gerechtfertigt, nämlich die, das hier eine fast momentane Lähmung des Centralorgans der willkürlichen Bewegung vorliege. Auffallend bleibt nur die so ausserordentlich rasche Wirkung[1].

Ich habe, soviel ich auch überlegte, keine andere Deutung ausfindig machen können; ich war zu dieser Deutung um so mehr berechtigt, da ich schon bei den Fischen die primäre centrale Wirkung des Giftes habe sehen können; umgekehrt hat diese Wirkung des Giftes auf die Schnecke mich wieder in der Annahme einer primären centralen Lähmung bei den Fischen bestärkt, denn bei ersterer dürfte nach unseren früheren Begriffen eigentlich gar keine Wirkung des Giftes eintreten. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, meinte Hr. Prof. Bernstein, dem ich diese Versuche und deren Deutung zeigte und mittheilte, hätte in seinen früheren Muschelversuchen vielleicht ebenfalls eine Wirkung stattgefunden, die er aber zur Zeit nicht hat erkennen können.

Im Golf von Neapel ist eine nackte Seeschnecke sehr gemein, die Aplysia, welche sich ihrer Grösse wegen — sie ist fast Faustgross — zu den vorliegenden Versuchen sehr gut eignet.

---

1) Ich finde jetzt, dass Kölliker (a. a. O. S. 30) eine gleiche momentane Wirkung des Curare bei Fröschen gesehen hat, wenn er die Injection direct in's Blut machte. Vielleicht geschieht hier die Injection ebenfalls in's Blut, um so mehr, „da bei den Cephalopoden das Blut eine kürzere oder längere Strecke ausserhalb Gefässwandungen frei durch bald engere, bald weitere Lücken des Körperparenchyms circulirt" (Siebold a. a. O. S. 326).

Was die normalen Lebenserscheinungen dieser Schnecke betrifft, so zeichnet sich dieselbe durch grosse Munterkeit aus; sie bewegt sich mit grosser Geschwindigkeit in kurzer Zeit durch ein ca. 12 Meter langes Bassin, oder haftet mit grosser Festigkeit an der Glaswand desselben.

47) Wird einer Aplysia von 80 Gr. Gewicht 1 Cgr. Curare vom Rücken her injicirt, so hörte nach kurzer Zeit jede willkürliche Bewegung auf; sie liegt wie leblos da; an die Glaswand des Bassins angedrückt, fällt sie machtlos wieder herab. Dagegen werden Reflexbewegungen ausgeführt. Am nächsten Morgen hat sie sich von der Vergiftung erholt.

48) Einer Aplysia von gleicher Grösse und demselben Fang werden 2 Pravaz'sche Spritzen Süsswasser injicirt; sie ist von dieser Injection in keiner Weise alterirt: sämmtliche Functionen bestehen ungetrübt fort.

49) Eine Aplysia von 40 Gr. erhält 1 Centigr. Curare; genau dieselbe Wirkung.

Wir haben hier dieselben Vergiftungserscheinungen, wie bei unseren Schnecken, und geben denselben dieselbe Deutung.

Interessant waren die nächsten Versuche an Seesternen. Diese Individuen sind bekanntlich von sehr trägem Naturell; sie liegen stundenlang im Sande, ohne sich auch nur einen Millimeter vom Platze zu bewegen. Eine Wirkung an ihnen konnte man aber nach den bisherigen Erfahrungen an den Schnecken, nur an der Alteration etwaiger subjectiver Lebensäusserungen wahrnehmen; aber welches sind solche Aeusserungen und wie sie finden? Durchschneidungen, die ich zu diesem Zwecke machte, hatten gar keine Veränderungen in ihrem gewöhnlichen Verhalten zur Folge. Eine einfache Beobachtung indess versprach mir einen Erfolg.

Kehrt man nämlich einen Seestern so um, dass er auf den Rücken zu liegen kommt, so wendet er sich allmälich mit staunenswerther Geschicklichkeit wieder auf die Bauchseite um; ich habe diese Procedur bei demselben Seestern wiederholt ausgeführt: es erfolgt stets dieselbe geschickte allmäliche Drehung, er scheint gar nicht zu ermüden; ebenso habe ich diesen Vorgang bei vielen Exemplaren durchgeführt stets mit demselben Erfolg. Diese Thätigkeit betrachtete ich

als subjective Lebensäusserung, und hier konnte der Angriffspunkt für das Curare liegen. In wie weit meinen Vermuthungen entsprochen wurde, zeigen die nächsten Versuche.

50) Ein Seestern von 128 Gr. Gewicht, erhält 10 h. 56 M. 5 Mgr. Curare in sein Centrum von der Bauchseite her injicirt; 11 h. 6 M. vermag er sich, auf den Rücken gelegt, wie gewöhnlich umzuwenden. Um 11 h. 45 M. eine neue Injection von 5 Mgr. vom Rücken her; um 12 h. kann er seine natürliche Lage wieder einnehmen; 3 h. — in der Zwischenzeit war keine Prüfung gemacht worden — wird er auf den Rücken gelegt, aus welcher Lage er sich nicht wieder auf die Bauchseite umzukehren vermag. Im Uebrigen verhält er sich ganz normal: all' die kleinen Füsschen bewegen sich ebenso prompt und geschwind, wie zuvor.

51) Ein Seestern von 117 Gr. erhält 11 h. 22 M. 1 Cgr. Curare; 11 h. 32 M. wird er auf den Rücken gelegt, kehrt sich bald in gewohnter Weise um; 11 h. 55 M. vermag er sich nicht wieder in seine natürliche Lage umzuwenden; um 2 h. 55 M. wird er noch auf dem Rücken liegend vorgefunden.

52) Zur Controle, ob die Wirkung vielleicht Folge der Verletzung ist, werden einem Seestern von 118 Gr. um 11 h. 20 M. 2 Pravaz'sche Spritzen von 70% Alkohol injicirt; um 11 h. 30 M. und 11 h. 55 M. zu einer Zeit, wo der curarisirte Seestern die Herrschaft über sich verloren hat, verlässt dieser immer noch die Rückenlage, um seine natürliche Lage einzunehmen.

Ob sich die Seesterne von der Vergiftung erholt haben, habe ich nicht beobachtet.

Diese Versuche lehren, dass Curare auf Seesterne in gleicher Weise wirkt, wie auf die Schnecken; in der Weise nämlich, dass es die willkürlichen Bewegungen des Individuums aufhebt, was nicht anders zu verstehen, als dass die dieser Function vorstehenden Gangliengruppen gelähmt werden. Vor einer etwaigen Täuschung schützt uns zur Genüge, meine ich, einmal die Analogie mit den Schnecken und zweitens der mit 70% Alkohol angestellte Controlversuch.

Ein weiterer Versuch mag auch hier noch weiter die Ab-

hängigkeit der Wirkung von der Dose illustriren und dient gleichzeitig als Controlversuch a fortiori.

53) Ein Seestern von 118 Gr. Gewicht erhält 11 h. 55 M. 5 Mgr. Curare; bis um 5 h. Nachmittag ist noch keine Wirkung zu beobachten.

Ich bin noch weiter in das Reich der Wirbellosen hinabgestiegen und versuchte mein Gift an den Holothurien. Unter diesen zeichnet sich besonders die Holothuria regalis nigra durch grössere Lebhaftigkeit aus: dieselbe kriecht wie eine grosse Raupe sehr hurtig auf dem Sande des Wasserbassins umher. Ich konnte an dieser genau dieselbe Erscheinung nach der Curareinjection beobachten: es hört jede willkürliche Bewegung auf; ebenso konnte sie auf den Rücken gelegt werden, ohne sich umzuwenden.

Besonders interessant erschien es mir noch, zu beobachten, wie sich etwa die Medusen gegen das Gift verhalten würden. Der Golf liefert sehr zahlreich und in mannigfachen Grössen die Gattung Cassiopeja borbonica. Wenn aber die Schwierigkeiten in den bisher behandelten Wirbellosen schon gross waren, so war die Beurtheilung einer etwaigen Giftwirkung bei der Meduse noch bei weitem schwieriger. Was soll man als Willensäusserung nehmen? Hat sie überhaupt eine solche? In einem Glassgefäss mit Seewasser hatte ich ein kleines Exemplar einer Meduse zur Beobachtung; ich sah, wie sie die Peripherie ihres Hutes rhythmisch bewegte, wie diese rhythmischen Bewegungen aber in gewissen Perioden cessirten. Graphisch würde sich der Vorgang in folgender Weise gestalten:

Ich hoffte bei dieser Beobachtung anschliessen zu können.

Ich injicirte dieser Meduse in ihren Hut 5 Mgr. Curare und setzte sie zugleich aus dem Glase in das grosse Bassin. Während der folgenden 2 Stunden, in denen ich unausgesetzt die Bewegungen des Thieres beobachtete, habe ich keinen Augenblick die rhythmischen Bewegungen aufhören sehen. Der Vorgang hatte sich also, graphisch dargestellt, in folgender Weise geändert:

Das wäre also die Wirkung des Curare auf eine Meduse.

Zu Controlbeobachtungen begab ich mich hinunter in's Aquarium und konnte hier sehen, dass der normale Zustand dieser Individuen sich gerade dadurch auszeichnet, dass diese rhythmischen Bewegungen nicht cessiren; es ist vielmehr ein Zeichen von Schwäche, wenn diese periodischen Unterbrechungen eintreten. Wenn mein Versuchsindividuum nach der Curarisirungvollere Vitulität zeigte, so lag das wahrscheinlich daran, dass es durch die Translocation in das grosse Bassin unter günstigere Lebensbedingungen gekommen war.

Meine Aufenthaltszeit auf der zoologischen Station in Neapel war abgelaufen; ich konnte mich deshalb mit dem Gegenstande nicht weiter beschäftigen. Soviel ich gesehen habe, wirkt Curare auf Medusen nicht ein, wenn nicht die Dose zu gering war; man wird indess wohl auch vergeblich nach einer Wirkung suchen mögen, so lange man nicht zunächst eine subjective Lebensäusserung dieser Individuen zu fixiren vermag. Hinwiederum ist es fraglich, ob eine solche überhaupt vorhanden ist.

Damit ist meine Aufgabe nach dieser Seite zunächst abgeschlossen.

Resumé:

1) Bei Fischen wirkt das Curare lähmend
   a. auf das Centralorgan der willkürlichen Bewegung,
   b. auf das Respirationscentrum,
   c. auf die motorischen Nerven.
2) Diese Wirkung ist zeitlich verschieden und entspricht den einzelnen Rubriken a, b und c, wo a die früheste Wirkung bezeichnet.
3) Die Lähmung der motorischen Nerven tritt viel später ein, als bei den höher stehenden Amphibien, Vögeln und Säugethieren; doch ist der Uebergang zu den Fischen kein schroffer, sondern findet allmählich statt, vermittelt durch Thierspecies auf beiden Seiten.
4) Der späte Eintritt der Lähmung der motorischen Nerven nimmt mit der Grösse der Fische trotz einer höheren Dose noch zu.
5) Bei den elektrischen Rochen tritt die Lähmung des

elektrischen Nerven in einer noch viel späteren Zeit ein, als die der motorischen Nerven.

6) Die übrigen Rochen und Haie werden in gleicher Weise von dem Gifte afficirt, wie die Süsswasserfische.
7) Der Grund der Erscheinungen von 3 und 4 ist zunächst noch unbekannt.
8) Bei Krebsen findet ebenfalls eine Lähmung statt, die relativ noch später eintritt, als bei den Fischen.
9) Bei Schnecken, Seesternen und Holothurien findet nur eine Lähmung des Centralorganes der willkürlichen Bewegungen statt.
10) Bei den Medusen scheint nach den sehr spärlichen Beobachtungen das Gift keine Wirkung auszuüben.

Es muss nun Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, zu eruiren, in wie weit

1) die an Fischen neuen Beobachtungen auf die höheren Wirbelthiere, Amphibien, Vögel und Säugethiere auszudehnen sind;
2) eine Theorie der Curarewirkung aufzustellen, die alle Erscheinungen, sowie die verschiedenen Differenzen erklärend zu umfassen vermag.

Die Grundzüge zu diesen Untersuchungen sind bereits entworfen.

Ueber den directen Uebergang von Arterien in Venen.

Von

Fanny Berlinerblau,

aus Cherson.

(Aus dem anatomischen Institute von Bern.)

(Hierzu Tafel V. A.)

Bei allen höheren thierischen Organismen gilt es bekanntlich als Regel, dass das Blut, nachdem es durch die Arterien das Herz verlassen, vermittelst der Venen nicht in dasselbe zurückkehrt, ohne zuvor in Stoffaustausch mit der umliegenden Körpermasse getreten zu sein. Derselbe vollzieht sich selten in völlig wandungslosen (Milz), gewöhnlich in äusserst dünnwandigen Hohlräumen, die nur ausnahmsweise (Placenta) beträchtlichere Weite besitzen, sonst aber überall auf den bescheidenen Durchmesser eigentlicher Capillaren einschrumpfen. Alter Erfahrung gemäss machen hiervon nur die Schwellkörper eine Ausnahme, indem bei ihnen das Blut kleiner Arterien ohne weitere Zwischenstation in blasig erweiterte Venen übergeht. Immerhin fällt ihm auch hier die Erfüllung einer besonderen, wenn gleich nur mechanischen Arbeit anheim.

In neuerer Zeit ist nun wiederholt von einer weitern Form des directen Ueberganges von Arterien in Venen die Rede gewesen, von einer Form, der keine andere Bedeutung als diejenige einer einfachen Nebenschliessung zwischen den Endabschnitten der Gefässbahn zukommen und die mithin dem Blute ohne jegliche vorgängige Arbeitsleistung eine mühelose Rückkehr nach dem Herzen gestatten sollte. Bemerkenswerthe Mittheilungen, zum Theil mit sehr weit gehenden Schlussfolgerun-

gen, sind in dieser Hinsicht namentlich von Hyrtl, Hoyer und Sucquet gemacht worden.[1])

Hyrtl (The natur alhistory review, 1862. S. 95) behauptet bei Fledermäusen einen directen Zusammenhang zwischen Art. radialis und V. cephalica beobachtet zu haben, indem jene, nachdem sie die nöthigen Aeste abgegeben, an der Basis des Daumenballens von der Beugeseite auf die Streckseite übergeht und hier in die im freien Rande der Flughaut verlaufende Vene sich fortsetze. H. Müller (Würzburger naturwissensch. Zeitschrift 1862) gelang es nicht, diese Angabe zu bestätigen Wiederholte Injectionen ergaben ihm ausnahmslos ein negatives Resultat, dessen Beweiskraft nur dadurch fraglich wird, dass er nicht dieselben Arten wie sein Vorgänger benutzte. Hyrtl seinerseits erachtet es noch in neuester Zeit (Anatomi. des Menschen, 1873. S. 134) als ausser allem Zweifel, dass an vielen Orten kleine Arterien, ohne erst capillär zu werden, in Venen übergehen. Ausser dem Daumenballen der Fledermäuse gelten ihm auch die Zehen- und Fersenballen der Viverren, die Matrix des Pferdehufes und der Klauen bei Wiederkäuern,

1) Ich lasse es dahingestellt, mit welchem Rechte die von der Pariser Akademie der Medicin bestellte Commission, welche über die von Sucquet eingereichte Arbeit zu berichten hatte, einige weitere Autoren anführt, welche wirkliche Uebergänge von Arterien in Venen gesehen haben sollen (Schmidt's Jahrbücher 1862, S. 20.). Die betreffende Arbeiten sind mir leider nicht zugänglich. So viel steht aber fest, dass wenigstens Haller mit Unrecht in ihren Reihen genannt wird. Es unterliegt nicht dem geringsten Zweifel, dass die von ihm angeführten „haarkleinen Schlagadern, deren Durchschnitt um ein Geringes grösser ist als der Durchschnitt des Blutkügelchen" (Albr. v. Haller, Erster Umriss der Geschäfte des körperlichen Lebens. Aus dem Lateinischen unter Aufsicht des Verfassers übersetzt. Berlin, 1770. S. 17), sowie auch „die kleinsten Schlagadern, welche sich an allen Orten in kleine und anfangende zurückführende Adern endigen, welche bald nur Raum für ein Blutkügelchen und bald für mehrere haben" (a. a. O. S. 19) in Wirklichkeit eben nichts anders als unsere gegenwärtigen Capillaren sind. Uebrigens darf wohl betont werden, dass für die Annahme wirklicher Uebergänge von Arterien in Venen nicht sowohl das Caliber der betreffenden Gefässe, als vielmehr die Structur ihrer Wandungen maassgebend ist.

die Zehen, sowie die nackte Haut an der Schnabelwurzel der Vögel als Belege[1].)

Hoyer hat sich das Kaninchenohr als Arbeitsfeld ausersehen (Tagbl. der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Leipzig, 1872. Nr. 7. S. 149.). Er berichtet, dass nach Injectionen in eine Arterie die Injectionsmasse in den Venen ohne Betheiligung der Capillaren gefunden werde, eine Erscheinung, die nicht anders als durch directe Verbindungen zwischen Arterien und Venen zu erklären ist. Solche sollen in der That zahlreich zwischen der hintern Ohrarterie und der hintern wie vordern Ohrvene in Form von kurzen, manchmal ziemlich geraden, mit vollständiger Arterienstructur begabten Aesten vorhanden sein.

Zweifellos am wichtigsten sind die Mittheilungen von Sucquet schon desshalb, weil sie nicht Thiere, sondern den Menschen betreffen. Dieselben wurden bereits im Jahre 1856 in einem versiegelten Packete der Academie de Medecine eingereicht, gelangten aber erst einige Jahre später unter dem Titel: D'une circulation dérivative dans les membres et dans la tête chez l'homme (Paris 8. Avec atlas de 6 pl. Fol.) in die Oeffentlichkeit. Aus ihnen ergiebt sich als wesentlicher Inhalt die Entdeckung eines zweiten Weges für den Uebertritt des Blutes aus den Arterien in die oberflächlichen Venen. Beweise hierfür liefert dem Verfasser die Erfahrung, dass wenn man in irgend eine Arterie Flüssigkeit einspritzt, diese in einer oberflächlichen Vene wieder zum Vorschein kommt und zwar nach seiner Behauptung mit Umgehung der Capillaren durch directen Uebergang. Sucquet lässt den letzten durch eigene schon mit einfacher Loupenvergrösserung wahrnehmbare und auf bestimmte Stellen des Körpers beschränkte Gefässe stattfinden. Die obere Extremität besitzt solche am Ellbogen, an der Hand und zumal an den Fingern, die untere an der Kniegegend, am Fuss und wiederum besonders zahlreich an den Zehen.

1) Ob und wo Hyrtl diese verschiedenen Angaben näher begründet, hat, ist mir unbekannt geblieben.

Kopf und Gesicht sind in der Haut der Nase, der Lippen, der Stirn, der Wangen und der Ohren, sowie in der Schleimhaut der Nasenhöhle mit ihnen ausgestattet. Im Uebrigen soll die Natur dieser Uebergänge überall so ziemlich dieselbe sein. Bald ergiesst sich ein arterielles Zweigelchen in ein benachbartes venöses ohne weiteres Zwischenglied, bald entsendet es Seitenästchen, welche mit den Anfängen von bisweilen ampullenartig erweiterten Venen in Verbindung treten und in Anbetracht ihrer Weite von 0·1 Mm. nicht als Capillaren können angesehen werden. Ferner wird hervorgehoben, dass die Stellen, an denen sich solche Uebergänge vorfinden, in Folge der Füllung der oberflächlichen Venen nach der Injection eine der verwendeten Masse entsprechende Farbe annehmen, während die übrigen Bezirke ihr ursprüngliches Aussehen beibehalten.

Gestützt auf diese Angaben glaubt Sucquet folgende Betrachtungen anstellen zu dürfen. Im normalen Zustande enthalten die Hautvenen wenig oder fast gar kein Blut, es ändert sich aber dieses Verhältniss durch all' diejenigen Vorgänge, welche eine Steigerung der Herzthätigkeit bewirken. Das arterielle Blut gelangt dann nicht mehr durch die bereits überfüllten Capillaren in die tiefen Venen, sondern schlägt einen Weg ein, der ihm weniger Widerstand bietet. Ein solcher liegt eben in den vorhandenen Uebergängen von den Arterien zu den oberflächlichen Venen. Die tiefen Venen erhalten nur ihre gewöhnliche, für die Ernährung erforderliche Ration an Blut, der Ueberschuss wird ohne weiteren Aufenthalt in die Hautvenen abgeführt und somit beseitigt. Sucquet unterscheidet auch geradezu zwei ganz verschiedene Arten des Kreislaufes, einen tiefen, regelmässig sich vollziehenden, zur Ernährung des Körpers bestimmten oder nutritiven und einen oberflächlichen, mit der Ableitung überschüssiger Blutmassen beauftragten oder derivativen. Jenem fallen sämmtliche Gefässe mit Ausnahme der Uebergangsarterien und der Hautvenen, diesem die beiden letztern zu. Von den weiteren Schlussfolgerungen zu diagnostischen Zwecken können wir an dieser Stelle füglich absehen.

Die Beweisführung von Sucquet ist durch Henle („Bericht über die Fortschritte der Anatomie im Jahre 1862" und

„Anatomie des Menschen. Bd. III. 1868") in Zweifel gezogen worden. Derselbe betrachtet sie als nicht sicher, weil ihr nicht directe Beobachtungen, sondern nur aus dem Erfolge von Injectionen gezogene Schlüsse zu Grunde lägen. Dieses Urtheil ist freilich nicht ganz gerechtfertigt, indem Sucquet seine Theorie keineswegs nur auf den Ergebnisse von Injectionen aufbaut, sondern ganz genaue Beschreibungen, ja selbst Abbildungen der fraglichen Uebergänge mittheilt. Immerhin verlangt die Wichtigkeit des Gegenstandes eine erneute Prüfung, und dies um so mehr, als, meines Wissens wenigstens, Sucquet's Versuche noch von keiner Seite eine Wiederholung gefunden haben. Gern habe ich mich der Lösung dieser Aufgabe auf Vorschlag und unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Aeby unterzogen. Für die Güte, womit er mir seinen stets bereitwilligen Rath ertheilte, sei ihm hiermit mein wärmster Dank ausgesprochen.

Meine Untersuchungen an Menschen habe ich streng nach der Vorschrift von Sucquet vorgenommen, nämlich mit einer Harzlösung, bestehend aus in Alkohol gelöstem Schellack mit Zusatz von so viel Russpulver, als zur genügenden Färbung der Masse erforderlich war. Letztere wurde kalt und in sehr flüssigem Zustande eingesprizt. Zur speciellen Erläuterung des von mir eingehaltenen Verfahrens sei es mir gestattet, einen bestimmten Fall etwas eingehender zu schildern. Die Leiche einer 81jährigen Frau diente ihm als Grundlage.

Ich injicirte zunächst die obere Extremität von der Art. axillaris aus, nachdem ich zuvor die V. cephalica nahe ihrer Einmündung in die Achselvene durchschnitten hatte, um eventuell den Ausfluss von Masse aus derselben mit Sicherheit erkennen zu können. Ein derartiger Erfolg trat indessen nicht ein. Ebensowenig vollzog sich an irgend einer Stelle eine Aenderung der Hautfarbe. Nach Beendigung der Injection wurde die Arterie unterbunden und die Extremität zur Erhärtung der eingespritzten Masse vorläufig bei Seite gelegt.

Erst zwei Tage später schritt ich zur sorgfältigen Ablösung der Haut, nachdem die Injectionsmasse in den Arterien jeglichen Kalibers vollkommen erstarrt war. Ellbogen- und Handwurzelgegend zeichneten sich durch ein äusserst reiches und zierliches Netz

kleinster arterieller Gefässe aus. Nichtsdestoweniger erschienen die Venen, die kleinsten nicht weniger als die grössten, vollkommen leer und liessen auch bei Untersuchung mit der Loupe nicht die geringste Spur eingedrungener Masse erkennen.

Die untere Extremität wurde nach Abtrennung der Vena saphena major von der Vena femoralis durch die Schenkelarterie eingespritzt. Ein Ausfluss aus der Vene wurde auch hier vermisst. Die weitere Behandlung war die bei der oberen Extremität bereits angegebene. Beim Abziehen der Haut ergab sich neben der vollständigen Injection sämmtlicher arterieller Gefässe im oberen Drittel des Oberschenkels eine ansehnliche Füllung der kleinen Seitenzweige der Saphena major. Dieselbe war nicht continuirlich, sondern nur stellenweise vorhanden. Der Stamm der Saphena selbst war durchaus leer. Nirgends sonst war etwas ähnliches zu erkennen. Ich befreite nun die Stellen, welche gefüllte Venen enthielten, auf's sorgfältigste von Fett und Bindegewebe, um zu erfahren, ob gröbere Uebergänge zwischen Arterien und Venen vorhanden wären. Bei der Betrachtung mit blossem Auge oder mit einfacher Loupenvergrösserung schien solches in der That mancherorts der Fall zu sein. Die Bilder entsprachen genau den von Sucquet beschriebenen und gezeichneten, und schienen jeden Gedanken an eine mögliche Täuschung auszuschliessen. Trotzdem lag eine solche vor, wie die mikroskopische Untersuchung der herausgeschnittenen Parthieen auf's klarste bewies. Die scheinbaren Uebergänge entpuppten sich jetzt als einfache Kreuzungen, die allerdings um so verführerischer aussehen, als häufig die Injectionsmasse des einen Gefässes nur eben bis zur Kreuzungsstelle reichte und die jenseitige leer gebliebene Fortsetzung ihrer Blässe wegen nur bei sehr genauer und sorgfältiger Prüfung sich erkennen liess. Der Druck des bereits gefüllten Gefässes auf das ungefüllte hatte wohl dem weiteren Vordringen der Masse in letzterem eine Schranke gesetzt. Wie viele Stellen ich auch untersuchte, das Resultat war stets ein und dasselbe, dem Ergebnisse der blossen Loupenbetrachtung durchaus ungünstig.

Die Injection des Kopfes wurde von der Carotis aus vorgenommen. Das Ergebniss wich in keiner Weise von dem bei den Extremitäten gewonnenen ab.

Ich wiederholte die geschilderten Injectionen noch 4 Mal und zwar an Körpern von verschiedenen Altersstufen, ohne jemals eine Füllung der Venen oder gar ein Ausströmen der Injectionsmasse aus einer derselben zu erhalten. Bei Zweien von diesen Leichen, die eine ausserordentlich dünne Haut besassen, trat in verschiedenen Gebieten der letzteren eine dunkle Färbung auf. Sie beschränkte sich jedoch keineswegs auf die von Sucquet angegebenen Stellen, als Ellenbogen, Hand, Knie, Zehen u. s. w., sondern kam auch anderwärts zum Vorschein. Sie wurde ausnahmslos nur durch die ausgiebige Füllung der kleinsten Arteriennetze verursacht. Die Vene enthielt nicht die geringste Spur von Injectionsmasse.

Meine Erfahrungen stimmen in keiner Weise mit den Angaben von Sucquet. Auf den so verschiedenen Erfolg hinsichtlich der gleichzeitigen Füllung von Arterien und Venen lege ich freilich kein Gewicht, da derselbe voraussichtlich durch individuelle Verhältnisse im Gebiete der Capillaren bedingt sein kann und der Uebergang der Injectionsmasse aus den Arterien in die Venen an und für sich ebensowenig als Beweis für die Existenz directer Verbindungen angesehen werden kann als der Nichtübergang als Beweis für das Gegentheil. Als entscheidend dagegen betrachte ich die Thatsache, dass, wo ich die Masse aus den Arterien in die Venen eindringen sah, genau die von Sucquet gelieferten und im Sinne vor Uebergangsarterien gedeuteten Bilder, welche ausnahmslos vor der zersetzenden Kritik des Mikroskopes zerstoben, zu Tage traten. Ich stehe daher nicht an, mit aller Entschiedenheit den von Sucquet beim Menschen behaupteten sogenannten derivativen Kreislauf auf Grund der anatomischen Verhältnisse als nicht vorhanden zu bezeichnen.[1])

Von Thieren habe ich vornehmlich das Kaninchen unter-

1) Zu demselben Ergebnisse ist, wie ich aus der Nummer vom 11. Januar 1875 der „Ecole de médecine" ersehe, auch Vulpian gelangt. Derselbe benutzte als Injectionsmasse in Wasser suspendirtes Lycopodiumpulver, konnte aber weder in den Gliedmaassen des Menschen noch in denen des Hundes auch nur einziges Mal den Uebergang der so leicht zu erkennenden Körner in die Venen wahrnehmen

sucht. Die Injection geschah mit zinnoberhaltiger Leimmasse von der Arterie aus. Die Haut wurde nach mehrtägigem Einlegen in verdünnte Essigsaure sorgfältig enthaart, hierauf abgezogen, in ausgespanntem Zustande getrocknet und schliesslich mit Terpentinöl aufgehellt. Gleiche Behandlung erfuhr auch das enthäutete Ohr.

Letzteres vor allem nahm meine Aufmerksamkeit in Anspruch. Die Venen erschienen ausnahmslose gefüllt, doch im Gegensatze zu den Arterien nur stellenweise. In den betreffenden Bezirken schien die Loupe unzweifelhaft Uebergänge von Arterien in Venen nachzuweisen. Eingedenk der beim Menschen erhaltenen Trugbilder schnitt ich die entscheidenden Stellen aus und brachte sie unter das Mikroskop. Sie hielten auch diesem siegreich Stand, und es unterliegt keinem Zweifel, dass in dem Ohre des Kaninchens ein directer Uebergang von Arterien in Venen in der That vorhanden ist. Besonders klar wird der Thatbestand bei doppelter Injection mit verschieden gefärbter Masse von den Arterien und Venen aus. Die beigegebene Tafel ist genau nach einem derartigen Präparat entworfen.

Die Hauptgefässe des Kaninchenohres folgen dessen convexer Oberfläche. Arterien wie Venen vereinigen sich zu drei Längsstämmen, von denen die zwei schwächeren dem Vorder- und Hinterrande des Ohres entlang laufen, der stärkste auf arterieller Seite ziemlich genau die Mitte zwischen jeneu inne hält, auf venöser dagegen oberhalb des untern Drittheiles nahezu rechtwinklig nach vorn umbiegt, um unweit des bezüglichen Randgefässes gegen die Spitze des Ohres aufzusteigen. Beide Gefässgruppen enden hier in bogenförmigen Anastomosen. Die eine gestaltet sich nach unten einheitlich zur hintern Ohrarterie (Art. auricularis post.), die andere lässt das vordere Randgefäss selbständig als vordere Ohrvene (V. auric. ant.) in die oberflächliche Schläfenvene übergehen, während der Rest mit einem gemeinschaftlichen Stamme der hinteren Ohrvene (Vena auricularis post.), unter Anschluss an die hintere Gesichtsvene abschliesst. Die kleine vordere Ohrarterie (Art. auricularis ant.), welche wesentlich nur die Muskeln der vorderen Ohrfläche ver-

sorgt, kommt für uns nicht in Betracht und ist auch in dem dargestellten Präparat sammt ihrem Verbreitungsbezirke entfernt.

Behufs der Injection dieser Gefässbezirke wurden die Venen durch Streichen zuerst möglichst von Blut befreit und hierauf von der Iugularis externa aus mit blauer Masse injizirt. Die Operation wurde unterbrochen, sobald die kleinsten Venen sich zu füllen begannen. Der Venenstamm wurde jetzt unterbunden nnd sofort zur Einspritzung von rother Masse in die Carotis geschritten. Auch sie wurde eingestellt, noch bevor die feinsten arteriellen Verzweigungen in Mitleidenschaft gezogen waren. Im ferneren wurde nun das Ohr der schon gemeldeten Behandlung unterworfen, nämlich erst enthaart, dann zur Gewinnung klarer Bilder auch noch enthäutet, im ausgespannten Zustande getrocknet und schliesslich mit Terpentinöl aufgehellt. In diesem Zustande entspricht es allen Anforderungen an die Deutlichkeit der Gefässbeziehungen und lässt auch feinere Verhältnisse bei schwacher Vergrösserung mit völliger Sicherheit durchschauen.

Das Ergebniss war in allen von mir erstellten Präparaten ein völlig übereinstimmendes. Schon mit blossem Auge war an verschiedenen Punkten ein unmittelbares Zusammentreffen der blauen Venen- und der rothen Arterienmasse zu bemerken. Beide liessen sich auch vor dem Austrocknen mit Leichtigkeit gegen einander verschieben, wohl der sicherste Beweis, dass sie sich in der That innerhalb ein und derselben Gefässraumes befanden. Von dem gegenseitigen Berührungspunkte aus war auch jede der beiden Massen mit voller Sicherheit rückwärts zu einem unzweifelhaften Arterien- oder Venenstamme zu verfolgen.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, dass hier in Wirklichkeit arterielle und venöse Bahnen, ohne zuvor capillär geworden zu sein, unmittelbar in einander übergehen. Es geschieht dies mehrfach innerhalb ein und desselben Ohres. Namentlich scheinen, wie auch das abgebildete Präparat lehrt, die Randtheile bevorzugt zu sein. Im übrigen herrscht jedoch kein bestimmtes Gesetz. Wenigstens gelang es mir nur selten, an verschiedenen Ohren den gleichen Uebergang an gleicher

Stelle aufzufinden. Es versteht sich wohl von selbst, dass die Umformung von Arterien in Venen ganz allmählig erfolgt und dass es unmöglich ist, zwischen beiden eine scharfe Grenze aufzustellen. Es ist auch mehr oder weniger Sache des Zufalles, wo bei der Injection die beiderseitigen Massen aufeinandertreffen. Gar nicht selten erfolgt dies jenseits des neutralen Grenzgebietes, indem unzweifelhafte Arterien mit Venen- und Venen mit Arterienmasse gefüllt angetroffen werden. So sind in dem abgebildeten Präparate die beiden arteriellen Randgefässe in der Mitte auf eine ziemliche Strecke hin von den Venen aus mit Beschlag belegt worden, das vordere von a bis a^1 mit dem Ausgangspunkte a^2, das hintere von b bis b^1 mit mehrfachem Anschlusse an einen Seitenast der Mittelarterie und verschiedenen Ausgangspunkten bei b^2. Auf mehr neutralem Gebiete scheinen sich die Massen an den Stellen c getroffen zu haben.

Ausser dem Ohre habe ich vornehmlich die Gliedmaassen des Kaninchens wiederholt von ihren bezüglichen Arterien oder von der Bauchaorta aus eingespritzt. Bei Anwendung stärkeren Druckes erhielt ich regelmässig eine sehr intensive, schon äusserlich wahrzunehmende Färbung auf der Beugeseite des Fussgelenkes und in der Gegend der Zehen. Gleichzeitig füllten sich die Venen. Trotzdem war nirgends weder mit blossem Auge noch bei schwacher Vergrösserung ein unmittelbarer Zusammenhang von Arterien und Venen zu erkennen, dagegen wies die vollständige Füllung der Capillaren auf den Weg, den die Masse aus den Arterien in die Venen gefunden hatte. Doppelte Injection von zwei Seiten her ergab in keinem einzigen Falle jene charakteristischen Zusammenflüsse der verschieden gefärbten Massen, wie sie uns vom Ohre bekannt geworden.

Fledermäuse standen mir leider nur in zwei Exemplaren von Vespertilio murinus und einem Exemplare von Rhinolophus zur Verfügung. Bei jenen erfolgte sehr rasche Füllung der Vena cephalica nach dem Eintritt der Masse in die Art. radialis von der Aorta aus, bei dieser blieb ein derartiger Erfolg aus. Die Capillaren, ja selbst grössere Gefässe der Flughaut, blieben bei beiden Arten ungefüllt, mit Ausnahme der Gegend des Daumens, die eine sehr intensive Färbung annahm und

daher auf bedeutenden Reichthum an Capillaren schliessen lässt. Einen unmittelbaren Uebergang der Arterie in die Vene konnte ich nicht auffinden. Mein Untersuchungsmaterial ist indessen zu klein, als dass ich mich in dieser Angelegenheit zu irgend einer Parteinahme für berechtigt halten könnte. Allen Anstrengungen zum Trotze gelang es mir nicht, dasselbe zu erweitern.

Injectionen des Frosches, die ich mehrfach ausführte, haben hinsichtlich der fraglichen Gefässübergänge durchgängig zu einem negativen Resultate geführt.

Rechnen wir schliesslich das Gesammtresultat meiner Untersuchungen zusammen, so ergiebt sich für die Richtigkeit der Angaben von Hoyer mit gleicher Bestimmtheit Bejahung wie Vereinung für diejenigen von Sucquet. Der Befund am Kaninchenohre lässt es zwar von vornherein als möglich erscheinen, ja macht es sogar bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich, dass noch anderwärts in beschränkten Bezirken oder innerhalb der Schranken einzelner Organe Aehnliches vorkomme, wie solches ja auch in der That von Hyrtl behauptet wird. Für die Existenz eines derivativen Kreislaufes jedoch im Sinne Sucquets von allgemeiner, tief in die Circulationsverhältnisse eingreifender Bedeutung, liegen bis jetzt nicht die geringsten Anzeichen vor. Die von Sucquet als solche gedeuteten Bilder sind Trugbilder und es kann der von ihm wiederholt beobachtete Uebergang der Injectionsmasse aus den Arterien in die Venen nur durch die Capillaren stattgefunden haben. Es ist auch klar, dass in dieser Hinsicht gerade ältere Individuen mit ihrem schlaffen Gewebe und ihren oftmals erweiterten Gefässbahnen, sowie gewisse durch Gefässreichthum besonders ausgezeichnete Gegenden der Haut die günstigsten Verhältnisse bieten. Einer besonderen Einrichtung der Gefässbahn bedarf es dazu ebensowenig als zum Zustandekommen des sogenannten Venenpulses, ganz abgesehen davon, dass in der ganzen Angelegenheit das entscheidende Wort nicht indirecten Schlüssen, sondern allein dem directen Nachweise des anatomischen Thatbestandes zusteht. Wie dieser lautet, kann nach den von mir beigebrachten Beobachtungen wohl nicht zweifelhaft sein.

Erklärung der Abbildung.

Ausgespanntes mit Terpentinöl nach vorheriger Enthäutung und Trocknung durchsichtig gemachtes Kaninchenohr. Venen und Arterien sind im Kupferstich leicht zu unterscheiden. Die Nomenclatur der Gefässe ist die von Krause in seiner „Anatomie des Kaninchens" gegebene. Die Punkte, an denen die beiderseitigen Injectionsmassen sich berühren sind durch Kreuze, diejenigen, von denen aus die Venenmasse in die Arterien übergegangen ist, durch Sterne hervorgehoben.

Ueber eine physiologische Wirkung der capillarelektrischen Ströme.

Von

Dr. E. Tiegel.

(Aus dem physiologischen Institut des Herrn Prof. Goltz in Strassburg.)

Um zu zeigen, das die von Lippmann entdeckten und und genauer physikalisch untersuchten capillarelektrischen Ströme auch dann, wenn man sich zu ihrer Erzeugung nur eines einzigen capillaren Röhrchens bedient, stark genug, überhaupt geeignet sind Nerven zu erregen, stelle man folgenden kleinen Apparat zusammen. Man schmelze seitlich in ein Glasrohr einen Platindraht ein und ziehe das eine Ende des Glasrohres zu einer capillaren Spitze aus, die man, während das Glasrohr irgendwie vertical befestigt ist, in verdünnte Schwefelsäure tauchen lässt. Diese befindet sich in einem starken, kurzen Glascylinder, auf dessen Boden man eine Schichte Quecksilber gegossen hat. Von dieser Quecksilberschichte weg geht von der Säure durch ein Glasrohr isolirt, ein zweiter Platindraht, der mit dem ersten zusammen die Elektroden des kleinen Apparates darstellt. Ueber sie brücke man den Nerven eines stromprüfenden Froschschenkels, und in das capillar ausgezogene Glasrohr giesse man so lange Quecksilber bis es zur capillaren Oeffnung auszutreten beginnt. Hierbei zeigen sich folgende Erscheinungen.

Fliesst das Quecksilber in Tropfen aus, so zuckt jedesmal der Schenkel dessen Nerven über die Platinelektroden gelegt ist, wenn ein Tropfen abfällt. Man kann deutlich sehen, wie ein Tropfen sich langsam bildet und der Schenkel dabei in Ruhe bleibt; er zuckt aber sofort, wenn der Tropfen abfällt. Als Ursache für den elektrischen Strom, welcher den Nerven erregt, müssen wir darum die Benetzung mit Schwefelsäure

der sehr kleinen neuen Quecksilberoberfläche ansprechen, welche am untern Ende des Capillarrohres im Augenblick des Abreissens eines Tropfens entsteht. Wie lange es dauert bis die Benetzung über die ganze neue Fläche sich ausgedehnt hat und wie lange also die Dauer des Stromes ist, welcher hier erregend auf den Nerven wirkt, bin ich nicht anzugeben im Stande und dürfte diese Zeitbestimmung überhaupt Sache rein physikalischer Versuche sein. Von vorne herein ist es wahrscheinlich, dass die Zeitdauer eine sehr kurze sein wird, und hat ihre Bestimmung natürlich ein physiologisches Interesse darum, weil ja für Kettenströme eine gewisse minimale Zeitdauer angegeben wird, die nöthig ist, um überhaupt eine Erregung zu erzielen.

Wenn die einzelnen Tropfen sich mit einer gewissen Geschwindigkeit folgen, so gehen die einzelnen Zuckungen in Tetanus über und beobachtet man dann auch noch Tetanus, wenn anscheinend das Quecksilber in continuirlichem Strahle ausfliesst. Gelingt es indessen das Ausfliessen unter einem höheren Drucke zu erreichen, so tritt immer der von Lippmann angeführte Fall eines constanten Stromes ein, den man physiologisch durch Oeffnungs- und Schliessungszuckung nachweisen kann.

Um die Tropfenfolge nach der Zeit bei einem und demselben Capillarrohr beliebig regeln und dieselbe bis zum Tetanus und constanten Strom steigern zu können und um den einmal in Gang gesetzten Apparat längere Zeit in derselben Weise benutzen zu können ohne Quecksilber nachfüllen zu müssen, habe ich folgende Einrichtung zusammengestellt. Ich nehme ein T-rohr, das ich zwei Schenkel horizontal und den dritten vertical abwärts in irgend einem passenden Gestell befestige. An dem einen horizontalen Schenkel ist vertical abwärts das Glasrohr mit dem Platindraht, an dem anderen vertical nach oben gehend ein Glasrohr von ungefähr 1 Meter Länge angesetzt. Letzteres Glasrohr will ich Druckrohr nennen. Auf den vertical nach abwärts gerichteten Schenkel des T-rohres ist mit einem kurzen Schlauche ein Kautschukballon aufgebunden, der aufgeblasen ein kugelige Form annimmt. Ausserdem geht der verticale Schenkel durch ein rundes Loch in der Mitte einer runden Pelotte, die auf dem Beutel ruht. Die obere Fläche

der aus Kork gemachten Pelotte ist grösser als die untere und darum die Seitenfläche eine konische. Ueber die Seitenfläche wird der Beutel so hinübergezogen, dass er ringsum eine Duplicatur bildet und mit seiner oberen Fläche der unteren Fläche der Pelotte eng anliegt. Von unten her wird nun ein rundes starkes Glasgefäss, dessen Wände eine der Pelotte entsprechende Höhe und Neigung haben, so über den Beutel mit eingestülpter Pelotte geschoben, dass die äussere Lamella der Duplicatur den Glaswandungen anliegt und die untere Fläche des Beutels auf dem Boden des Glasgefässes ruht. Durch irgend eine Vorrichtung wird die Pelotte absolut fest gestellt, das Glasgefäss hingegen kann höher und tiefer gestellt werden. Sein Boden bleibt dabei aber immer den ebenen Flächen der Pelotte parallel und müssen die ebenen kreisrunden Flächen der Pelotte und des Glases centrirt sein und bleiben. Das Glasgefäss sei vorläufig in irgend einer Stellung fixirt und nun giesse ich zum Druckrohr Quecksilber hinein, das, wenn für Entfernung der Luft Sorge getragen wird, das Capillarrohr, den Beutel, das T-rohr und das Druckrohr anfüllt. Im Druckrohr steigt das Quecksilber bis zu einem gewissen Niveau, das auch bei weiterem Zufüllen nicht überschritten wird, indem der Beutel sich immer weiter ausdehnt und alles neu hinzugegossene Quecksilber aufnimmt. Hat man auf diese Weise eine gewisse Menge Quecksilber in den Beutel hineingepresst, so wird, auch wenn das Quecksilber durch das Capillarrohr abfliesst, das Niveau lange constant bleiben, weil in demselben Maasse wie das Niveau sinkt, sich der Beutel zusammenzieht und dasselbe wiederherstellt. Will ich nun, um eine langsamere Tropfenfolge zu erzielen, den Druck erniedrigen, so brauche ich nur das Glasgefäss ein Wenig zu senken und hiemit einen grösseren Theil der Gesammtoberfläche des Beutels ohne feste Stütze zu lassen. Umgekehrt erreiche ich eine Steigerung des Druckes und raschere Tropfenfolge, respective Tetanus, und continuirlichen Strahl durch ein Heben des Glasgefässes. Alles dieses gilt natürlich nur innerhalb gewisser Grenzen und bis zu einem gewissen, für meine Zwecke aber ausreichenden Grade der Genauigkeit. Will man nur mit einem und demselben Niveau

arbeiten und dieses längere Zeit annähernd constant erhalten, so braucht man nur an irgend einer Stelle des Tropfapparates einen Kautschuckschlauch einzubinden und so lange Quecksilber aufzufüllen bis dieser zu einer „Birne" aufgetrieben ist.

Ist ein gewöhnlicher Tropfapparat ausgelaufen, d. h. fliesst kein Quecksilber mehr aus dem Capillarröhrchen ab, während dasselbe und ein Theil des weiteren Rohres aber noch mit Quecksilber gefüllt ist, so kann man doch noch Zuckungen von einem stromprüfenden Froschschenkel erhalten und zwar immer dann, wenn irgend eine Erschütterung das Capillarrohr trifft. Zuweilen kommt es dabei allerdings vor, dass in Folge der Erschütterung ein Tropfen abfällt, aber auch ohne dieses tritt regelmässig schon auf leises Antippen des Capillarrohres eine Zuckung auf. Die Ursache des erregenden Stromes muss hier in der stossweisen Verschiebung der capillaren Quecksilbersäule gesucht werden. Bei empfindlichen Fröschen genügt es im Zimmer laut aufzutreten um bei jedem Schritt eine Zuckung zu bekommen. Durch Trommeln auf den Tisch kann man leicht Tetanus erzeugen.

Sehr viel stärkere Wirkungen bekommt man, wenn mehrere (8—10) Röhrchen in eine Metallplatte fest eingekittet werden und man die Platindrähte aller Röhrchen zu einem einzigen Pole verbindet, während man den andern Pol in gewöhnlicher Weise gewinnt. Wird die Metallplatte einer solchen Combination horizontal festgestellt und einmal mit einem Percussionshammer oder Finger angeschlagen, so bekommt man eine starke Zuckung vom Nerv-Muskelpräparat. Sorgt man durch irgend eine Vorrichtung für rasch sich folgende Schläge, so erhält man einen sehr starken Tetanus.

Sollte man 50 oder mehr Röhrchen in eine Metallplatte einkitten wollen, so könnte man eine genaue Abstufung der Stromstärken dadurch erreichen, dass man die Platindrähte der einzelnen Röhrchen nach dem Princip der Gewichtsätze, sowie es bei manchen Stöpselrheostaten verwendet ist, mit einander verbindet.

Auch durch Pfeifentöne gelang es mir Tetanus zu bekommen. Nimmt man eine Combination von 4—5 Röhrchen in

einer festen Platte, so gelingt es mit einiger Sorgfalt dieselbe auf irgend einen tiefen Ton — bei meinen Versuchen gewöhnlich C — abzutimmen, indem man so lange Quecksilber in die betreffenden Röhrchen hineingiesst, oder von oben nach unten zu denselben hinausbläst, bis man oben am stromprüfenden Schenkel einen energischen Tetanus bekommt, wenn der betreffende Ton möglichst stark und so angegeben wird, dass die Pfeife die Metallplatte der Combination direct berührt. Hat man eine genügende Auswahl tiefer Orgelpfeifen, so ist es natürlich bequemer den Ton zu suchen, welcher zu einer gegebenen Combination passt. In gewisser Beziehung sind solche Combinationen sehr empfindlich, denn wenn sie auf einen gewissen Ton abgestimmt sind, so genügt eine geringe Verstimmung der Pfeife um den Tetanus ausfallen zu lassen.

Den Grund, warum zwischen der Röhrchencombination und der Pfeife immer eine kurze Verbindung durch feste Körper sein muss, um eine sichere Wirkung auf den Nerven zu erzielen, suche ich darin, dass die Energie der Bewegung, welche bei der Leitung des Tones durch die Luft den Quecksilbermassen in den Röhrchen mitgetheilt wird, eine zu geringe ist, um Ströme von genügender Stärke hervorzubringen. Vielleicht lässt sich auch bei sehr tiefen Tönen, die recht stark angegeben werden können, eine Wirkung bei Leitung durch die Luft erreichen.

Ein Nachtrag zum Vorkommen des zweigetheilten Jochbeins — Os zygomaticum bipartitum — beim Menschen.

Von

Dr. WENZEL GRUBER.

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Tafel V. B., Fig. 1.

In zwei meiner Schriften [1]) hatte ich die Fälle zweigetheilter Jochbeine — Ossa zygomatica bipartita — bei dem Menschen und den Säugethieren nach fremder Beobachtung, soweit mir damals die Literatur zur Verfügung gestanden hatte, und nach eigener Beobachtung abgehandelt. Was die Fälle beim Menschen aus eigener Beobachtung anbelangt, so hatte ich solche von 13 Schädeln, welche 11 männlichen und 2 weiblichen Individuen im Alter von 8 (10) — 50 Jahren angehört hatten, ausführlich beschrieben. Von diesen Schädeln, welche ich im Verlaufe eines Vierteljahrhundert gesammelt hatte, sind mit dem zweigetheilten Jochbeine an beiden Seiten 7, nur an der rechten Seite 2, nur an der linken Seite 4 behaftet. An 3 dieser Schädel, wovon 2 das zweigetheilte Jochbein beiderseitig und 1 nur linkseitig aufweisen, ist beiderseitig

1) a) Monographie über das zweigetheilte Jochbein — Os zygomaticum bipartitum — bei dem Menschen und Säugethieren; und über die Leistungen d. prakt. Anatomie an der med. chir. Akademie in St. Petersburg 1868/69 — 1871/72 (Mit 1 Tafel.)

b) Ueber den an der Schläfenfläche des Jochbeins gelagerten Kiefer-Schläfenbogen — Arcus maxillo-temporalis intra jugalis — beim Menschen (Thierbildung); nebst Nachträgen zum zweigetheilten Jochbeine — ohne oder mit Vorkommen des Kiefer-Schläfenbogen. — Dies Archiv Jahrg. 1873. S. 234. —

auch der von mir beim Menschen entdeckte und als Thierbildung merkwürdige Kiefer-Schläfenbogen — Arcus maxillo-temporalis intrajugalis — zugegen.

Zu dieser in meiner Sammlung aufgestellten Summe von Menschen-Schädeln mit dem zweigetheilten Jochbeine, wie in ähnlicher Anzahl kein anderes Museum besitzt, ist in neuester Zeit auch ein 14. Schädel, welcher das linke Jochbein zweigetheilt hat, hinzugekommen. Auch sind den Fällen fremder Beobachtung, die ich citirt, noch ein Reihe anderer Fälle, welche ich damals, wegen der mir nicht genügend zur Verfügung gestandenen Literatur, nicht berücksichtigen konnte, beizufügen.

Ich erlaube mir daher: auch über das zweigetheilte Jochbein am 14. Schädel vom Menschen in meiner Sammlung zu berichten, und die fremden Fälle, die mir früher entgangen, nachzutragen, so weit mir die Literatur, seit jener Zeit, vollständiger zur Verfügung gestanden hat.

A. Gesichtstheil und Grund des Schädeltheils des Kopfes von einem Mann mit einem zweigetheilten Jochbeine — Os zygomaticum bipartitum — an der linken Seite. (Fig. 1.)

Das rechte Zygomaticum ist, abgesehen von seinem Processus temporalis, welcher kurz, sehr breit (16 Mill.) und schwach bogenförmig ausgeschnitten ist, und von seinem Processus maxillaris, der ungewöhnlich lang ist, normal. Die Spitze des Processus maxillaris reicht bis zur Sutura infraorbitalis, die 5 Mill. auswärts vom Ossiculum canalis nasolacrymalis den Infraorbitalrand durchsetzt. Den Infraorbitalrand bildet daher grösstentheils das Zygomaticum, nur in einer Strecke von 5 Mill. das Maxillare superius. Das Infraorbitalloch wird nicht nur von einem Processus des Maxillare superius, sondern darüber auch noch vom Spitzentheile des Processus maxillaris des Zygomaticum überdacht. Der Massetericalrand ist gerade. Das Tuberculum massetericum, zu dessen Bildung die untere Ecke des Processus temporalis beiträgt, ist wenig entwickelt. Die Gesichtsfläche ist von den Foramina zweier Canales zygomatico-faciales durchhohrt. Die Sutura zygo-

matico-maxillaris am Gesichte ist sehr lang und Sförmig gekrümmt. Die Sutura zygomatico-temporalis ist schwach bogenförmig gekrümmt, steigt wenig rückwärts herab und ist 18 Mill. lang. Die Spina zygomatica des Processus zygomaticus des Temporale und Spina zygomatica externa des Processus zygomaticus des Maxillare superius an der Schläfenfläche des Zygomaticum fehlen. Die lineare Furche an dieser Fläche, welche an ihr zwischen den genannten Spinae, wenn sie existiren, vorkommen kann, ist zugegen. Die Höhe des Knochens an seiner Mitte beträgt 3·5 Cent.; an einer von der Mitte der Sutura zygomatico-temporalis aus gezogenen Querlinie 2·8 Cent., am Massetericalrande 3 Cent.

Das linke Zygomaticum (a) ist durch eine quere Naht — Sutura zygomatica — in zwei secundäre Zygomatica, ein oberes grosses — Z. secundarium orbitale — und in ein unteres kleines — Z. secundarium maxillo-temporale — getheilt.

Die Sutura zygomatica (α) beginnt in der S. zygomatico-temporalis (γ) zwischen dem mittleren und unteren Drittel ihrer Höhe und 7 Mill. über dem Massetericalrande und endet in der sehr langen S. zygomatico-maxillaris (β) über den unteren $^{2}/_{9}$ ihrer Länge und 12 Mill. über dem Massetericalrande. Sie verläuft daher diesem Rande nicht parallel und befindet sich mit ihrem vorderen Ende unter dem mittleren Drittel mit ihrem hinteren Ende etwas unter dem vierten Fünftel der Höhe des Zygomaticum commune in dessen Mitte. Die fast in gerader Richtung verlaufende Sutur ist eine feine S. serrata, 2·4 Cent. lang.

Das Zygomaticum bipartitum hat an seiner Mitte eine Höhe von 3·8 Cent.; eine Breite von 2·5 Cent. an seiner Mitte, von 2·7 Cent. an einer von der Mitte der S. zygomatico-temporalis aus gezogenen Querlinie und von bis 2·9 Cent. am Massetericalrande. Dasselbe ist somit etwas höher als das einfache rechte Zygomaticum. Sein Processus temporalis ist 17 Mill. breit, also etwas breiter als der des rechten Knochens, und tiefer als dieser ausgeschnitten. Der Massetericalrand ist schwach Sförmig gekrümmt und das Tuberculum

massetericum (δ) ist deutlicher als rechts. Die Sutura zygomatico-maxillaris im Gesichte ist beschaffen wie rechts und 5·4 Cent. lang. Die S. zygomatico-temporalis verläuft etwas gekrümmter und ist etwas länger (19 Mill.) als rechts.

Das Zygomaticum secundarium orbitale (a') bildet den grössten oberen Theil des Z. bipartitum. Ihm gehört dessen Processus maxillaris ganz und dessen Processus temporalis bis auf dessen untere Ecke an. In ihm befindet sich der Canalis zygomatico-facialis, dessen Foramen 8 Mill. unter dem Infraorbitalrande sitzt, und der Canalis zygomatico-temporalis.

Das Zygomaticum secundarium maxillo-temporale (a'') nimmt den untersten Theil des Z. bipartitum ein. Es bildet dessen Massetericalrand und die untere Ecke des Processus temporalis. Es trägt vorzugsweise zur Bildung des Tuberculum massetericum bei. Seine Gestalt ist die einer dreiseitigen, von vorn nach hinten allmälig an Höhe abnehmenden und am unteren Rande auf Kosten der Gesichtsfläche zugeschärften Platte von der Gesichtsseite; und einer ovalen mit einem vorderen abgerundeten Fortsatze versehenen Platte au der Schläfenseite. Sein vorderes Ende, welches in verticaler Richtung abgestutzt ist, stösst an den Processus zygomaticus des Maxillare superius, von dessen Spitze aufwärts. Es ist abwärts gespalten und nimmt in dem dadurch gebildeten winkligen Ausschnitt die Spitze des Processus zygomaticus des Maxillare superius auf. Sein hinteres Ende liegt unter dem Processns zygomaticus des Temporale. Seine Länge beträgt am oberen Rande 2·9 Cent., am unteren Rande 2·4 Cent.; seine Höhe: am vorderen Ende 12 Mill., vor dem hinteren Ende 7 Mill., an diesem 5 Mill.; seine Dicke vorn bis 9 Mill., hinten bis 3 Mill.

Dem Processus zygomaticus des Temporale dieser Seite fehlt die Spina zygomatica an der Schläfenfläche des Z. bipartitum, der Processus zygomaticus des Maxillare superius hat aber eine dreiseitige, in einen langen und schmalen Spitzentheil ausgezogene Spina zygomatica externa, welche bis zu einem Abstand von 3—4 Mill. vom Processus zygomaticus des

Temporale die Schläfenfläche des Z. bipartitum und dessen Sutura zygomatica deckt.

Das beschriebene Beispiel des Os zygomaticum bipartitum hat nichts an sich, wodurch es sich von anderen von mir mitgetheilten Beispielen wesentlich unterscheiden würde.

Ich hatte somit an 14 slavischen Schädeln, von 12 männlichen und 2 weiblichen Individuen, das Os zygomaticum bipartitum, und zwar beiderseitig: an 7, nur rechtseitig: an 2 und nur linkseitig: an 5 derselben, somit 21 Mal angetroffen. Schädel mit einer von der Sutura zygomatico-temporalis ausgehenden und in die Ossa zygomatica eine verschieden lange Strecke vordringenden queren Sutura zygomatica, also mit der Spur der Partition dieser Knochen, finden sich in meiner Sammlung in beträchtlicher Anzahl vor.

A. Zusammenstellung fremder Beobachtungen über das Os zygomaticum bipartitum.

Solche Fälle hatten mitgetheilt: E. Sandifort[1]), S. Th. Sömmering[2]), Laurent[3]), (Fr. Cuvier) et Laurillard[4]), G. Brechet[5]), G. J. Schultz[6]), H. C. L. Barkow[7]), C.

1) Observ. anat. pathologicae Lib. III. Lugd. Batav. 1779 4°. pag 113, 156. Tab. VIII. Fig. 7. (An 1 Schädel rechtseitig.)

2) V. Baue d. menschl. Körpers. Th. 1. Frankfurt a. M. 1800. S. 218. Note (Negerschädel beiderseitig oder einseitig?)

3) Bull. de la soc. anat. de Paris. 9 ann. 1834 (2. Edit. Paris. 1852) p. 165. (An 1 Schädel beiderseitig.)

4) G. Cuvier. Leç. d'anat. comp. 2. Edit. Tom. II. Paris 1837. p. 381—382 et 382 Note. (An 2 Schädeln beiderseitig.)

5) Recherches sur différentes pièces osseuses du squelette de l'homme ou des animaux vertèbres. 2. Mémoire „De os malaire ou jugal" — Annales des sc. nat. 3 Ser. Zoologie. Tom. I. Paris 1844. 8°. p. 25—36. Pl. 7 (Fig. 1—9) Pl. 8 (Fig. 1—8). — (An 10 Schädeln, davon an 6 rechtseitig, an 3 linkseitig, an 1 beiderseitig.)

6) Bemerkungen ü. d. Bau normaler Menschenschädel. St. Petersburg. 1852. 8°. S. 57. Taf. II. Fig. 3. (An 1 Schädel rechtseitig.) Nur Abbildung.

7) Comparative Morphologie d. Menschen u. d. menschenähnlichen Thiere. Th. II. Breslau 1862. S. 74, 76. Tab. XXXVII. Fig. 1, 2; Tab. XXXVIII. Fig. 1, 2. (An 2 Negerschädeln beiderseitig).

Schwaving[1]), Vrolik[2]), Ant. Garbiglietti[3]), L. Calori[4]), J. Hyrtl[5]), Nicolucci[6]), De Lorenzi[7]), E. Morselli[8]), P. Mantegazza[9]) und Andere.[10])

---

1) Eerste Bijdrage tot de Kennis der Schedels van Volken in den indischen Archipel. 8°. (Overgdrukt uit het Kon. Naturk. Tijdschrift. Deel. XXIII. en XXIV.) p. 78. Schedel Nr. 8. (An 1 Schädel eines Bughinesen, linkseitig.)

2) Museé Vrolik par J. L. Dusseau. Amsterdam 1865. 8°. p. 41. Nr. 112. (An 1 Schädel einer Chinesin, beiderseitig.)

3) Di una singolare e rara anomalia dell' osso jugale ossia zygomatico. — Giorn. della R. Accad. di Medicina di Torino. 1866. Nr. 4. Besond. Abdr. Torino 1866. 8°. p. 7, 9. Fig. 1, 5, 5. — (An 1 alten Etrusker Schädel beiderseitig; an einem noch nicht zweimonatlichen Foetus beiderseitig.)

4) Delle Anomalie piu importanti di ossa, vasi, nervi e muscoli — Mem. della Accad. delle scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. II. Tom. VIII. Bologna 1868. 4°. Art. I. Anomalie ossee. p. 420. Tav. I. Fig. 4. — (An 1 Schädel einer 32jährigen Frau rechtseitig.)

5) Vergangenheit und Gegenwart d. Museum's für menschl. Anatomie a. d. Wiener Universität. Wien 1869. 8°. S. 52, 66. N. 112, 620. (An 1 Schädel eines Weibes — Gerale a. d. Tatra-Karpathen-linkseitig, und an einem Os zygomaticum von einem anderen Schädel.)

6) „Sopra un nuovo caso die rara anomalia dell' osso malare umano — Giorn. della R. Accad. di Medicina di Torino. 1871. Nr. 9. (An 1 Schädel eines Giovanetto, linkseitig.)

7) „Caso di rara anomalia dell' osso malare" — Giorn. della R. Accad. di Medicina di Torino 1871. Nr. 4. p. 98—103. Fig. 1. — (An 1 Turiner-Schädel, linkseitig.). Ferner: Bei Garbiglietti: Note ed osservazioni anatomico-fisiologische intorno alla memoria del Enrico Morselli: „Sopra una rara anomalia dell' osso malare" Torino 1872. 8°. p. 76. Auch: Giorn della R. Accad. die Medicina di Torino 1872. Nr. 22. (An 3 Turinerschädeln d. i. yon 1 Manne beiderseitig, 1 Frau beiderseitig und von einem Kinde beiderseitig oder einseitig?)

8) Bei Garbiglietti: a. a. O. 1872 p. 12 (An 1 Schädel von einer 20jährigen Frau aus Sicilien beiderseitig oder einseitig?)

9) Bei Garbiglietti: a. a. O. 1872. p. 9. Note 4. (a. d. Arch. per l'Antropol. e la Ethnolog. etc. Vol. II. Fasc. 2. p. 174—175. Firenze 1872.) (An 1 Schädel v. d. Priester Orsino, linkseitig.)

10) Bei Garbiglietti wird citirt: Torino 1872. 8°. p. 11—12—9. B. Davis: Thesaurus craniorum. Catalogue of the skulls of the various races 1867. (Das Werk ist in den Bibliotheken in St. Petersburg nicht vorhanden.) Davis berichtet vom Vorkommen des Os zygomaticum bipartitum an dem Schädel eines Dajac an der rechten

Nach fremden Beobachtungen sind wenigstens 30 Schädel von männlichen (meistens) und weiblichen Individuen verschiedener Racen mit dem Os zygomaticum bipartitum und zwar beiderseitig sicher 14, vielleicht 4; rechtseitig 10; linkseitig 9; Seite? 1, also 52—56 Ossa zygomatica bipartita angetroffen worden.

Rechnet man zu dieser Summe aus fremder Beobachtung die Summe aus eigener Beobachtung und den vormals im Museum zu Prag befindlichen Schädel: so ergiebt sich jetzt schon die Summe von 45 Schädeln beider Geschlechter

---

Seite und an dem eines anderen Dajac an beiden Seiten. Er hat auch einen Nkani-Schädel aus dem occidentalen Africa erhalten, der das Zygomaticum bipartitum an beiden Seiten aufweiset. Er meldet, dass der Negerschädel Nr. 141 im Catalog von J. van der Hoeven (Catalogus craniorum diversarum gentium. Lugd. Batav. 1860. 8°. p. 49, wo ich nichts davon angegeben finde.) das Zygomaticum bipartitum an beiden Seiten besitze; dass damit der Schädel eines Dajac aus dem Würzburger Museum behaftet sei, dass ihm Welcker vom Vorkommen des Zygomaticum bipartitum an der linken Seite eines Lepcha-Schädel Mittheilung gemacht habe.

Man citirt auch J. Fr. Blumenbach mit 2 Fällen. Bei demselben — Decas craniorum. D. I. Göttingen 1790. 4°. Tab. V. — ist an der Abbildung eines Kalmücken-Schädels allerdings am linken Zygomaticum wie eine Art Spur einer Sutur an der hinteren Hälfte desselben zu sehen. — Aber diese Sutur-Spur hat eine Richtung, in der die Sutur des Zygomaticum bipartitum nicht verläuft. Auch hat Blumenbach S. 19 darüber nicht berichtet. — Dieser Fall ist somit zweifelhaft. Die Abbildung des Schädels — Op. cit. D. IV. Göttingae 1800. Tab. XXXVIII. (Americani Illinoici), an der man das rechte Zygomaticum zweigetheilt sehen will, weiset bestimmt keine Theilung auf. Auch hat Blumenbach S. 14 davon nichts angegeben.

Ob das Zygomaticum dextrum an einem Schädel eines Erwachsenen im früher bestandenen Museum zu Wilna — Museum anatomicum Vilnense. Vilnae 1842. 4°. p. 16. Nr. 190 — ein durch eine quere Naht unvollständig getheiltes war, oder nur einen durch eine verticale Naht geschiedenen Processus temporalis besessen hatte, ist, wie ich angegeben, — Monographie S. 5 — unbekannt.

In so manchem Museum mögen noch Beispiele aufbewahrt sein, und ich erinnere mich, dass zu meiner Zeit auch ein Beispiel im Museum zu Prag existirt habe.

und verschiedener Racen, welche fast gleich häufig beiderseitig oder einseitig Ossa zygomatica bipartita aufgewiesen hatten.

Erklärung der Abbildung.

Stück der linken Hälfte des Gesichtstheiles des Kopfes eines Mannes.

a. Os zygomaticum bipartitum.
a.' „ „ secundarium orbitale.
a.'' „ „ secundarium maxillo temporale.
α. Sutura zygomatica.
β. „ zygomatico-maxillaris.
γ. „ zygomatico-temporalis.
δ. Tuberculum massetericum.

Institut für die praktische Anatomie.
St. Petersburg 14./26. März 1875.

Ein Musculus piso-hamatus beim Menschen.

Beobachtet von

Dr. Wenzel Gruber,

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Tafel V. B. Fig. 2.

Zur Beobachtung gekommen an der linken Hand der Leiche eines muskulösen Mannes am 8/20. Oktober 1863 und seit dieser Zeit in meiner Sammlung aufbewahrt.

Ein länglich-vierseitiges, an seiner Mitte ganz fleischiges, an seinen Enden mehr fleischiges als sehniges Muskelchen (e).

Lage. Schräg brückenförmig zwischen dem Hamulus des Hamatum (β) und dem Pisiforme (α) über dem Lig. piso-hamatum (γ) ausgespannt. Es schliesst den tiefen Sulcus zwischen dem Flexor brevis (c) und Abductor digiti minimi (b) von oben her zu einem Spatium triangulare (*), in dessen Boden der Opponens digiti minimi (d) liegt.

Ursprung. Vom Hamulus des Hamatum, vom Lig. carpi volare proprium und Lig. piso-hamatum und der Sehne des Flexor brevis digiti minimi fleischig-sehnig.

Verlauf. Parallel dem Lig. piso-hamatum an dessen Palmarseite vom Hamulus des Hamatum schräg auf- und einwärts zum Pisiforme.

Ansatz. An der convexen Seite des Pisiforme selbst, zwischen der Sehne des Ulnaris internus (a) und des Abductor digiti minimi (b) fleischig-sehnig.

Verhalten zu den Gefässen und Nerven. Zwischen dem Muskelchen und dem Lig. piso-hamatum in einer Lücke (+), hatten der Ramus volaris der Art. ulnaris und des Nerv. ulnaris ihren Verlauf genommen.

Grösse. Die Länge des Muskelchen beträgt 2·7 Cent.; seine Breite bis 9 Mill., seine Dicke 3·5 Mill.

Bedeutung. Kann nicht als fleischig gewordenes Lig. piso-hamatum genommen werden, und gehört auch nicht zum Ulnaris internus.

Wirkung. Musste die möglichste Näherung des Pisiforme zum Hamulus des Hamatum bewirken und dadurch gemeinschaftlich mit dem Abductor digiti minimi dem Zuge des Ulnaris internus nach aufwärts entgegen wirken.

Das Muskelchen ist gleich dem als Muscolo piso-uncinato von L. Calori[1]) beschriebenen Muskelchen.

Erklärung der Abbildungen.

Unterarmstück mit der Hand der linken Seite ohne Metacarpale I. und ohne den 1.—4. Finger mit Musculatur, namentlich des Kleinfingerballens.

a. Musculus internus (Sehne)
b. Musculus abductor } digiti minimi
c Musculus flexor brevis } digiti minimi
d. Musculus opponens } digiti minimi
e. Musculus piso-hamatus
α. Os pisiforme
β. Hamulus ossis hamati
γ. Ligamentum piso-hamatum
* Spatium triangulare am Kleinfingerballen
\+ Lücke zwischen dem Musculus anomalus und Lig. piso-hamatum zum Durchtritte von Gefässen und eines Nerven.

Institut f. d. praktische Anatomie.
St. Petersburg 14/26. März 1875.

---

1) Die alcuni nuovi muscoli sopranumerarii. Art. 3°. — Mem. della Accad. delle scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. II. Tom. 6. Bologna 1866. 4°. p. 140. Tab. I. Fig. 3. d. —

Ueber den Musculus extensor digitorum communis manus anomalus mit 5 Sehnen zu allen Fingern, und über den Musculus extensor digitorum longus pedis anomalus mit 5 Sehnen zu allen Zehen.

Von

Dr. Wenzel Gruber,

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Tafel V. B. Fig. 3.

Die Anomalie des Extensor digitorum communis manus mit 5 Sehnen zu allen Fingern kenne ich seit 22 Jahren. Mir sind davon während dieses Zeitraumes 4 Fälle unter zwei Varianten, wovon ich Repräsentanten in meiner Sammlung aufbewahrt habe, zur Beobachtung gekommen. Nachdem ich auch den Extensor digitorum longus pedis in einem Falle mit 5 Sehnen zu allen Zehen, welche ich ebenfalls in meiner Sammlung aufbewahre, in neuester Zeit angetroffen hatte, schreite ich zur Veröffentlichung dieser Funde.

A. Musculus extensor digitorum communis manus mit fünf Sehnen zu allen Fingern.

1. Fall.

Beobachtet an der linken Extremität eines Mannes im Studienjahre 1852/53.

Der Extensor digitorum communis hatte sich über dem mittleren Drittel des Unterarmes in 3 Bäuche, und der radiale und ulnare Bauch dieser primären Bäuche wieder in je 2 secundäre Bäuche, ersterer über der Mitte des Unterarmes, letzterer unter dieser, getheilt. Der Muskel hatte somit 5 Bäuche aufgewiesen, wovon jeder in eine besondere Sehne überging. Davon hörte auf fleischig zu sein: der 3. Bauch über der Mitte des Unterarmes, der 2. und 4. Bauch unter dem mittleren Drit-

tel, der 1. (radiale) Bauch am unteren Fünftel desselben und der 5. (ulnare) Bauch erst am Lig. carpi dorsale.

Diese 5 Sehnen begaben sich zu den 5 Fingern, so dass in diesem Falle der Extensor dig. communis auch einen Muskelbauch (den 1. oder radicalen) für den Daumen hatte.

Alle 5 Sehnen traten mit der Sehne vom Extensor dig. indicis proprius durch die 4. Scheide des Lig. carpi dorsale.

Die Sehne des Bauches zum Daumen war 2 Mm. breit. Sie wurde von der Sehne des 5. Bauches an Breite nur um ein Geringes übertroffen. Die Sehnen folgten bei Abnahme an ihrer Breite so aufeinander: 4. 3. 2. 5. 1.

Die Sehne des Bauches zum Daumen nahm ulnarwärts von der Scheide der Sehne des Extensor pollicis longus über dem Carpus, der Basis des Metacarpale II. und über dem oberen Ende des Interosseus externus I. in einer besonderen Scheide, die bis zur Grundphalange des Daumens reichte, ihren Verlauf. In diesem Verlaufe war sie von der Sehne des Extensor pollic longus bis 6 Mill. entfernt, der Grundphalange des Daumens aber dieser ganz genähert gelagert. Sie zog von da mit letzterer Sehne, von dieser, obwohl mit ihr vereinigt, doch deutlich geschieden, bis zur Endphalange des Daumens, um sich hier, neben ihr, ulnarwärts zu inseriren.

Die Scheide des Lig. carpi dorsale für den Abductor longus und Extensor brevis pollicis war für deren Sehnen in zwei secundäre Scheiden getheilt. Der erste Muskel endete in zwei Sehnen, wovon die schwächere mit dem Abductor pollicis brevis sich verband. Der Radialis externus brevis wies zwei gleich starke Sehnen auf, wovon die radiale, gemeinschaftlich mit der Sehne des Radialis externus longus, an das Metacarpale II. sich inserirte.

2. Fall.

Beobachtet an der linken Extremität eines robusten Caucasiers — Lesgiers — im Oktober 1855.

Der supernumeräre, ziemlich starke, platt-rundliche Muskelbauch entspringt vom Condylus externus humeri mit einem bis zum mittleren Drittel des Unterarmes herabreichenden Seh-

nenblatte, von dessen Radialseite der Radialis externus brevis, von dessen Ulnarseite der Extensor digitorum communis, und dieser besonders mit Bündeln abgeht.

Am unteren Viertel der Unterarmlänge geht dieser Bauch in eine Sehne über, die eine gleiche oder sogar grössere Stärke als die Sehne des Extensor pollicis longus besitzt, über.

Die Sehne tritt mit der Sehne des Extensor pollicis longus durch die 3. Scheide des Lig. carpi dorsale, verläuft mit dieser, an deren Radialseite, zur Endphalange des Daumens und inserirt sich daselbst.

Man hat es daher in diesem Falle entweder mit einem vom Condylus externus humeri entsprungenen Extensor pollicis longus II., oder, was wahrscheinlicher ist, mit einem supernumerären, am Daumen endenden Bauch des Extensor digitorum communis zu thun, dessen Sehne am Lig. carpi dorsale, statt des Weges für die Sehnen der übrigen Bäuche des Extensor digitorum communis, den Weg für die Sehne des Extensor pollicis longus eingeschlagen hat. Diese Annahme scheint um so zulässiger, als, nach meiner Erfahrung, bei wirklicher Duplicität des Extensor pollis longus der supernumeräre von der Ulna entspringt und, bei Duplicität dieses Muskels und bei seinem Vorkommen als M. bicaudatus, die Sehne des supernumerären Schwanzes durch die 4. Scheide des Lig. carpi dorsale mit den Sehnen des Extensor digitorum communis und der Sehne des Extensor indicis proprius treten kann, ohne die Bedeutung, ein supernumerärer Extensor pollicis oder ein supernumerärer Schwanz des Extensor pollicis longus zu sein, verlieren zu können.

3. Fall.

Vorgekommen an einer linken Extremität im Oktober 1871.

Der Extensor digitorum communis endigte in 5 Sehnen, wovon die radiale, mit der Sehne des Extensor pollicis longus, durch die 3. Scheide des Lig. carpi dorsale ihren Verlauf genommen und am Daumen mit der Sehne des letzteren Muskels sich vereinigt hatte, während die Sehnen zu den übrigen durch die 4. Scheide des genannten Ligamentes mit dem Extensor indicis proprius getreten waren.

4. Fall.

Beobachtet an einer linken Extremität eines Mannes im December 1873.

Der Extensor digitorum communis hatte einen supernumerären Bauch an seinem Radialrande. Die lange Sehne, in welche dieser Bauch sich fortsetzte, ging mit den Sehnen der übrigen Bäuche zum 2.—5. Finger und mit der Sehne des Extensor indicis proprius durch die 4. Scheide des Lig. carpi dorsale. Dieselbe hatte sich, unter der Articulatio metacarpo-phalangea I., mit der Sehne des Extensor pollicis longus an deren Ulnarrande vereinigt.

Die Sehne des supernumerären Bauches war somit in 2 Fällen durch die Scheide des Lig. carpi dorsale für den Extensor digitorum communis der Norm und den Extensor indicis proprius; in 2 anderen Fällen durch die Scheide desselben Ligamentes für den Extensor pollicis longus getreten. Dieselbe hatte sich immer mit der Sehne des letzteren Muskels, und zwar in den ersteren Fällen an deren Radialrande, in den letzteren Fällen an deren Ulnarrande vereinigt, und war mit ihr, davon mehr oder weniger deutlich geschieden, bis zur Endphalange des Daumens herabgestiegen, um sich an diese zu inseriren.

B. Musculus extensor digitorum longus pedis mit 5 Sehnen zu allen Zehen. (Fig. 3.)

Beobachtet, bei Gelegenheit anderweitiger geflissentlich angestellter Untersuchungen, am 30. Januar, 11. Februar 1875 an der rechten Extremität eines Mannes.

Der Extensor hallucis longus (b) hat nicht nur 2 Sehnen, wie in der Norm, wovon die starke an die Endphalange, die schwache an die Grundphalange der grossen Zehe sich inserirt, sondern für jede dieser Sehnen einen besonderen Fleischbauch. Er ist somit ein M. bicaudatus, wie er ungewöhnlicher auftritt. Der Fleischbauch für die schwache Sehne zur Grundphalange (α) geht vom Fleischkörper des Muskels im Verlaufe durch die 2. Scheide des Lig. cruciatum ab, ist halbgefiedert, länglich dreiseitig, 2·5 Cm. lang und am Abgange 5 Mm. breit.

Der Extensor digitorum longus hat, statt 4 Sehnen zu den 4 äusseren Zehen, 5 Sehnen zu allen Zehen. (c)

Was die supernumeräre Sehne zur grossen Zehe (β) anbelangt, so ist über sie Folgendes zu melden:

Sie geht nicht aus einem besonderen Fleischbauche, sondern von der vorderen (inneren) Sehne des Muskels, 12·5 Cm. über der Articulatio talo-curalis und 14 Cm. über deren Theilung in die Sehne für die 2. und 3. Zehe, ab.

Sie steigt, auf und an der gemeinschaftlichen Sehne für die 2. und 3. Zehe gelagert, herab, tritt mit ihr u. s. w. durch die äussere Scheide des Lig. cuciatum und kreuzt an der Fusswurzel, von oben her, schräg die starke Sehne des grossen Schwanzes des Extensor hallucis longus bicaudatus (b) zur Endphalange der grossen Zehe.

Sie vereinigt sich mit der schwachen Sehne des kleinen Schwanzes desselben (b) zur Grundphalange der grossen Zehe (α), 5—6 Mm. vorwärts der Articulatio metatarso-phalangea I. und einwärts von der Sehne des grossen Schwanzes des Muskels zur Endphalange der grossen Zehe.

Zwischen der Sehne des Extensor digitorum longus zur 3. Zehe und der zur 4. Zehe existirt eine Commissur, in Folge des Ueberganges eines Bündels der letzteren zur ersteren.

J. Wood[1]) hat am linken Arme einer Frau von der äusseren Seite des Extensor digitorum communis einen supernumerären Muskelbauch abgehen gesehen, dessen Sehne mit jener des Extensor pollicis longus und ulnarwärts von dieser verlief und mit dieser an die Endphalange des Daumens sich inserirte. J. Bankart, P. H. Pye-Smith a. J. J. Phillips[2]) erwähnen der gemachten Beobachtung einer Prolongation des Extensor digitorum communis zu einem der Extensores pollicis, ohne

1) Variations in human myology. — Proced. of the roy. society of London. Vol. XVI. London 1868. p. 508, 509. Fig. 7a.

2) Notes of abnormalities observed in the dissecting room. — Guy's Hospital-Reports Ser. III. Vol. XIV. London 1869. p. 441 .... „and of a similar prolongation from the extensor communis to one of the extensors of the thumb."

irgend welcher Angabe zur möglichen Verification. Einen Fall wie Wood, hat auch Alex. Macalister[1]) beobachtet.

Wie der Fall oder die Fälle von Bankart u. s. w. sich verhielten, ist ungekannt, sind also, wie auch bereits von ihren Landsleuten geschah, ohne Berücksichtigung zu lassen; es gleichen 2 meiner Fälle den beiden Fällen von Wood und Macalister; es sind aber davon verschieden 2 andere meiner Fälle, welche für den supernumerären Bauch keine andere Bedeutung als die eines Bauches vom Extensor digitorum communis zulassen können.

J. Wood[2]) hat ein Bündel der innersten Sehne des Extensor digitorum longus am Fusse mit der Sehne des Extensor hallucis proprius (E. h. longus major), über der Basis der Metatarsalia, sich verbinden gesehen; folglich ist mein Fall, an dem sich die supernumeräre Sehne des Extensor digitorum longus mit der an die Grundphalange der grossen Zehe inserirenden kleinen Sehne des Extensor hallucis longus, statt mit der grossen an die Endphalange sich ansetzenden, sich verband, von Wood's Falle verschieden.

Meine beiden Fälle des anomalen Extensor digitorum communis manus, bei welchen die Sehne des supernumerären Bauches mit den übrigen Sehnen des Muskels durch die 4., also dieselbe Scheide des Lig. carpi dorsale verlief und sich mit der Sehne des Extensor pollicis longus, der gleichbedeutend ist dem Extensor hallucis longus (major) zur Endphalange der grossen Zehe, zur Endphalange des Daumens begab, würden Wood's Falle des anomalen Extensor digitorum longus pedis, bei dem ein Sehnenbündel desselben mit der zur Endphalange der grossen Zehe sich begebenden Sehne des Extensor hallucis longus sich vereinigt, vollkommen homolog sein, falls das supernumeräre Sehnenbündel dieses Muskels mit den übrigen Sehnen desselben und mit dem Peroneus tertius die 3. Scheide des Lig. cruciatum passirt hätte, was Wood, ob vorgekommen oder

---

1) A descriptive Catalogue of muscular anomalies of human anatomy. Dublin 1872. 4°. p. 103.

2) Variation in human myology. — Proceed. of the roy. society of London. Vol. XV. London 1867. p. 537.

nicht, anzugeben vergessen hat. Eben so würden die Fälle von Wood und Macalister und meine beiden Fälle des anomalen Extensor digitorum communis manus, bei welchen die Sehne des supernumerären Bauches die Scheide des Lig. carpi dorsale für den Extensor pollicis longus passirte, dem anomalen Extensor digitorum longus meines Falles, bei welchem die supernumeräre Sehne durch die Scheide des Lig. cruciatum für Extensor hallucis longus ihren Verlauf genommen hatte, völlig homolog sein, wenn sich die supernumeräre Sehne des Extensor digitorum longus mit der grossen Sehne des Extensor hallucis longus zur Endphalange und nicht mit der kleinen Sehne desselben zur Grundphalange, die gleichbedeutend ist der Sehne des Extensor pollicis brevis, vereinigt hätte.

Erklärung der Abbildungen.

Unterschenkel und Fuss der rechten Seite. (Ansicht von der Rückenseite des letzteren.).

a. Musculus tibialis anticus.
b. Musculus extensor hallucis longus bicaudatus.
c. Musculus extensor digitorum longus anomalus mit 5 Sehnen zu allen Zehen.
d. Musculus peroneus tertius.
e. Musculus peroneus longus.
f. Musculus peroneus brevis.
  α. Schwanz des M. extensor hallucis longus zur Grundphalange der grossen Zehe.
  β. Supernumeräre Sehne des M. extensor digitorum longus zur grossen Zehe.

Institut für die praktische Anatomie.
St. Petersburg 14./26. März 1875.

Ein Fall des Vorkommens des Musculus flexor pollicis longus beim Menschen: als Tensor bursae mucosae tendinum mm. flexorum, oder als Kopf des M. flexor digitorum profundus manus.

Beobachtet von

DR. WENZEL GRUBER,

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Vorgekommen am linken Arme eines Mannes im November 1874 bei den Präparirübungen. Das Präparat ist in meiner Sammlung aufgestellt. Am rechten Arm normale Anordnung.

Der Muskel, welcher, nach seiner Lage, Gestalt, seinem Ursprunge, völlig dem vom Radius und Lig. interosseum abgehenden Radialkopfe des Flexor pollicis longus gleicht, nur etwas schwächer als gewöhnlich ist, und diesmal kein Hilfsfleischköpfchen von den Flexores digitorum erhält, erreicht nicht den Daumen.

Seine Sehne strahlt nämlich über und hinter dem Lig. carpi volare proprium ab- und ulnarwärts in eine Masse von Bündeln und Fasern aus. Die allergrösste Mehrzahl verliert sich vor und hinter den Sehnen der Flexores digitorum in die Membran, welche diese, damit vereinigt, einhüllt, namentlich in der dem Flexor digitorum profundus angehörigen Partie; nur einige Bündel setzen sich in den Lumbricalis I. und in die zum Zeigefinger gehende Sehne des Flexor digitorum profundus fort. Die Membran aber gehört der Wand der Bursa mucosa tendinum flexorum (B. m. carpo-metacarpea) und deren Verlängerungen an. Irgend ein Zipfel oder Bündel der Sehne hatte sich zum Daumen bestimmt nicht begeben.

Wie die Bursa mucosa carpo-metacarpea, welche der B. ulnaris der Norm gleicht, zu den Synovialscheiden des 2.—5. Fingers sich verhalten habe, konnte, wegen zu weit vorgeschrittener Präparation und manchen Verletzungen am Präparate, nicht mehr ausgemittelt werden.

Der Flexor pollicis longus in diesem Falle hat sich also theils wie ein Kopf des Flexor digitorum profundus, theils und besonders aber wie ein Tensor bursae mucosae tendinum flexorum verhalten, war kein Flexor pollicis.

An der Volarseite des Daumens liegt eine Sehne von ähnlicher Gestalt, aber geringerer Breite (über der Mitte der Grundphalange 5 Mm., vor ihrem Ansatze an die Endphalange 9 Mm. breit) und Dicke wie die Sehne des Flexor pollicis longus der Norm. Die Sehne entspringt von den beiden Ossicula sesamoidea und von dem sie zusammenhaltenden Lig. volare der Capsula articularis metacarpo-phalangea des Daumens, damit fest verwachsen. In sie gehen von beiden Seiten vor den Ossicula sesamoidea Bündel der Sehne der beiden Bäuche des Flexor brevis, namentlich des inneren, des Adductor und der tiefen Schicht des Adductor pollicis brevis direct über. Vom inneren Bauche des Flexor brevis und vom Abductor pollicis, namentlich vom ersteren, reichen einige Fleischbündel, vor dem Ossiculum sesamoideum internum, bis unter dieses herab, bevor sie in jene Sehne endende Sehnenfasern übergehen.

An der Grundphalange ist kein Ligamentum vaginale vorhanden. Die Sehne besitzt hier keine Synovialscheide, wohl aber eine solche im Bereiche des Phalangealgelenkes. Am ersteren ist die Sehne längs ihrer Mitte durch Bindegewebe (eine Art Haltband), seitlich durch fibröse zu ihren Rändern, namentlich zum ulnaren, gehende Bündel vereinigt, die nur eine Verschiebbarkeit geringeren Grades derselben zulassen; über dem Phalangealgelenke aber liegt die Sehne in der Scheide ganz frei.

Die Sehne inserirt sich an die Endphalange des Daumens wie die Sehne des Flexor pollicis longus der Norm.

Der Flexor brevis namentlich, aber auch der Abductor brevis und Adductor pollicis mit der beschriebenen, mit denselben indirect und direct zusammenhängenden Sehne, hatten somit die Rolle des Flexor pollicis longus übernommen, wenn auch ihre Wirkung auf die Endphalange des Daumens, nach oben Angegebenem, eine beschränktere gewesen sein musste, als die des letzteren Muskels der Norm.

Fälle von einem supernumerären Bauche oder einer Sehne des Flexor pollicis longus zur Sehne des Flexor digitorum profundus zum Zeigefinger und zum Lumbricalis I. u. s. w. sind in der Literatur verzeichnet und finden sich unter den von mir beobachteten, in meinen Jahresbüchern aufgezeichneten und noch nicht veröffentlichten Fällen in einer ganzen Reihe derselben vor. Auch M. Whinie[1]) hat bereits von der inneren Seite des Flexor pollicis longus eines rechten Armes ein kleines Fleischbündel abgehen gesehen, welches in eine feine Sehne überging, die in der Synovialscheide der Flexores digitorum über dem Handgelenke endete; aber ein Fall der Abweichung des Flexor pollicis longus beim Menschen, bei der dieser Muskel den Daumen gar nicht erreicht hätte und ganz auf den Sehnen der Flexores digitorum, namentlich auf jenen des Flexor digitorum profundus, theilweise in dieselben fortgesetzt, grösstentheils aber in der Wand der Bursa mucosa flexorum digitorum und in den Verlängerungen der letzteren geendet hätte, war, meines Wissens, noch nicht zur Beobachtung gekommen. Desshalb habe ich von den von mir beobachteten Fällen der Anomalien des Flexor pollicis longus diesen Fall schon jetzt hervorgeholt und mitgetheilt.

Bei den Quadrumana ist der Flexor pollicis longus nur ein Theil des Flexor digitorum profundus. Ersterer ist kein eigener Muskel. Er ist nur durch eine Sehne des letzteren zum Daumen repräsentirt. Nach J. Fr. Meckel[2]) fehlt Ateles diese Sehne. Wenn dieser Mangel bei diesem Thiere constant sein sollte, dann hat Ateles keinen Flexor pollicis longus. Der Chimpanse besitzt einen vom Flexor digitorum profundus abgegebenen Flexor pollicis longus. An dem von W. Vrolik[3])

---

1) „On the Varieties in the muscular system of the human body" — The London medic. Gazette New. Ser. Vol. II. 1841. p. 184. — P. 191: „Flexor longus pollicis": „In the right arm, sending of a small slip on its inner side, from which a delicate tendon proceeded, to be attached tho the synovial sheath of the flexors of the fingers above the wrist."

2) Syst. d. vergleich. Anatomie. Th. III. Halle 1828. S. 566.

3) Recherch. d'anat. comp. sur le Chimpansé.

zergliederten Exemplare fehlte aber der Flexor pollicis longus, in Folge von Abweichung, wie er selbst nachwies.

Die beschriebene Abweichung des Flexor pollicis longus unseres Falles scheint daher keine bedeutungslose Missbildung zu sein, scheint auf eine Bildung beim Menschen hinzuweisen, wie sie modificirt sicher anomal, wenn nicht normal bei gewissen Affen vorkommt.

Institut für die praktische Anatomie.
St. Petersburg 14./26. März 1875.

Ueber die Allantois des Menschen.

Von

W. Krause,

Professor in Göttingen.

(Hierzu Taf. VI.)

Zwischen Haeckel und His besteht eine Differenz in Betreff der Entwicklung der Allantois. His[1]) verwirft Haeckel's „Figuren menschlicher Embryonen, bei welchen eine Allantois (beim Menschen bekanntlich nie in Blasenform sichtbar) als ansehnliches Bläschen nicht allein abgebildet, sondern ausdrücklich beschrieben wird".

Und Haeckel[2]) zeichnet in der That schematisch einen menschlichen Embryo ohne Extremitäten aus der dritten Woche „mit grossem kugligen Dottersack, der die grössere Hälfte der Eihöhle einnimmt", während die Allantois „noch ein ansehnliches Bläschen darstellt".

Das Alter des auf der zugehörigen Tafel hier abgebildeten menschlichen Embryo ist nach Vergleichung mit den so selten zur Beobachtung kommenden ähnlichen Fällen auf die Mitte oder das Ende der vierten Schwangerschaftswoche zu schätzen. Seine Länge beträgt, wie man aus Fig. A sieht, 8 Mm. Man erkennt in der vollkommen naturtreuen, genau siebenmal vergrösserten Abbildung das umhüllende Amnion, die hervorsprossende obere und untere Extremität, drei Kiemenbögen, das Herz, die zerrissene Dotterblase und die Allantois. Vergleicht man diesen menschlichen Embryo mit früher beschriebenen, so will es scheinen, als möchte eine blasenförmige Allantois doch nicht so constant gefehlt haben, wie bisher angenommen wurde, sondern hier und da mit dem Nabelbläschen verwech-

1) Unsere Körperformen. 1875. S. 170.

2) Anthropogenie. 1874. S. 272. Fig. 82.

selt resp. für letzteres genommen worden sein. Wenigstens machen, abgesehen von den Publicationen Thomson's[1]) und Coste's,[2]) diesen Eindruck die von R. Wagner[3]) und J. Müller[4]) herrührenden ganz ähnlichen Abbildungen, obgleich eine Sicherheit über diesen Punkt natürlich nicht mehr erlangt werden kann. Die Thatsache, dass das Stadium, in welchem eine Allantois-Anlage zu erkennen, beim Menschen relativ sehr rasch vorübergeht, soll mit dem Gesagten selbstverständlich nicht bestritten werden. Sie ist vielmehr mit Rücksicht auf die citirte Notiz von His ausdrücklich hervorzuheben.

Die hier mitgetheilten Abbildungen, welche gerade das erste Hervorsprossen der Allantois beim Menschen darstellen und eine so auffallende Homologie mit den bekannten Formen von Schildkröten-Embryonen aus dem correspondirenden Stadium aufweisen, waren schon vor längerer Zeit angefertigt und für eine anderweitige grössere Mittheilung bestimmt, die sich voraussichtlich verzögern dürfte. Da unterdessen, wie Eingangs angedeutet wurde, sich eine für die Descendenztheorie nicht uninteressante Tagesfrage entwickelt hat, so mag diese vorläufige Publication der Zeichnungen gerechtfertigt erscheinen.

1) Froriep's Neue Notizen. 1840. No. 278. S. 214. Taf. zu Bd. XIII. No. 13. Fig. 17, e.

2) Embryogénie comparée. Vol. I. 1837. Pl. III. Fg. 4, e.

3) Icon. physiol. Erste Aufl. 1839. Taf. VIII. Fg. 5.

4) Meckel's Archiv. 1830. Taf. XI. Fg. 11, B.

Erklärung der Figuren.

Menschlicher Embryo aus der vierten Woche. A Natürliche Grösse. B 7mal vergrössert. C Erläuterungsskizze. *v* Vorderhirn. *A* Auge. *m* Mittelhirn. *h* Hinterhirn. *n* Nachhirn, sämmtlich durch Faltungen des Amnion bedeckt. *Amn* Amnion. *1* Unterkiefer, *2* zweiter und *3* dritter Kiemenbogen. *S* Obere Extremität. *c* Herz. *d* Untere Extremität. *all* birnförmige Allantois. *sp* Schwanzspitze. *D* Geplatzte Dotterblase (Nabelbläschen).

Ueber rothe und blasse quergestreifte Muskeln.

Von

Dr. Ernst Meyer

aus Celle.

Die quergestreifte Muskelsubstanz der Thiere ist entweder blass und farblos oder gefärbt: blasse Muskeln sind im Allgemeinen bei Wirbellosen, so weit hier quergestreifte vorkommen, und bei niederen Wirbelthieren vorherrschend, während sich die Muskulatur der höheren Wirbelthiere durch ihre rothe Farbe auszeichnet. Indess schon in der ersten Gruppe finden sich Ausnahmen, so sind die Brustmuskeln von gut fliegenden Insecten gelblich; unter den Fischen zeigen sich namentlich in der Familie der Rochen unter der Seitenlinie zwischen weissen Muskelfasern einzelne rothe Bündel. Auf der anderen Seite steht eine Anzahl höherer Wirbelthiere, welche neben rothen Muskeln mehrere farblose besitzen. Hierher gehört aus der Masse der Vögel das Haushuhn, dessen weisses Brustfleisch sich scharf gegen das rothe der hinteren Extremitäten absetzt, und von den Säugethieren ist das Kaninchen und Meerschweinchen anzuführen, welche sich ganz ähnlich verhalten. Besonders beim Kaninchen tritt der Unterschied deutlich hervor: die Muskeln des Vorderarms, der Kauwerkzeuge und gewisse Muskeln der hinteren Extremität sind roth, die übrigen blass. Dieser Farbenunterschied ist beim Kaninchen schon längere Zeit bekannt. W. Krause[1]) giebt in der allgemeinen Myologie des Kaninchens an: „die Muskeln des Kaninchens sind im Allgemeinen von blasser Farbe und weich; ihr Elasticitätsmodulus scheint geringer zu sein, als bei anderen Säugern. Eine An-

1) Anatomie des Kaninchens. 1868. S. 24.

zahl derselben zeichnet sich durch festere Beschaffenheit, grössere und wahrscheinlich auch vollkommenere Elasticität und röthliche Farbe aus. Diese Eigenschaften kommen den fast fortwährend thätigen Kaumuskeln in hohem Grade zu, ebenfalls den Muskeln des Vorderarms, ferner manchen langen und rundlichen Muskeln, wie den Mm. semitendinosus und soleus, während die anderen Muskeln derselben Gruppen die gewöhnliche Beschaffenheit zeigen. Eine mit Benutzung dieser Unterschiede durchgeführte chemische Untersuchung fehlt zur Zeit; sie würde vermuthlich lohnend sein".

Eine genauere Untersuchung über beide Arten von Muskeln war aber bislang nicht vorgenommen, bis vor etwa einem Jahre Ranvier[1]) einen Aufsatz veröffentlichte, in dem er, ohne die citirten Angaben Krause's zu erwähnen, auffallende Verschiedenheiten in der Structur und dem physiologischen Verhalten der rothen und blassen Muskeln des Kaninchens und des Rochens beschrieb. Auf Anrathen des Hrn. Professor Krause entschloss ich mich, die Untersuchungen zu wiederholen, theils um die Richtigkeit der behaupteten Thatsachen zu prüfen, theils um durch Vergleichung rother und farbloser Muskeln anderer Thiere die Beziehungen zwischen den beiden Muskelarten überhaupt festzustellen. Bei meinen Arbeiten fand ich von Seiten des Hrn. Professor Krause die bereitwilligste Unterstützung, und ich spreche ihm dafür hier meinen herzlichsten Dank aus. Da sich Ranvier's Arbeit auf den Semitendinosus und Adductor magnus des Kaninchens und auf einige Muskeln des Rochens beschränkt, letztere mir aber nicht zugänglich waren, so wählte ich die beiden erstgenannten Muskeln zum Ausgangspunkte meiner Untersuchungen und beginne mit der Beschreibung ihrer anatomischen Verhältnisse.

Der Semitendinosus des Kaninchens entspringt am Tuber ischii, durchbohrt den ihn von allen Seiten umgebenden Adductor magnus und setzt sich mittelst einer langen Sehne an den medialen Condylus der Tibia, oberhalb des Ursprungs des Extensor digiti primi proprius. Der Adductor magnus kommt

---

1) Arch. de phys. par Brown-Séquard, 1873 u. 1874.

hauptsächlich von der vorderen Fläche des Tuber ischii, mit einem Theil seiner Fasern auch von der hinteren; innig verwachsen mit den dort entspringenden Beugemuskeln des Unterschenkels. Es ist ein grosser kräftiger Muskel von prismatischer Form, der sich nach unten eng an den Adductor longus anschliesst; von vorn wird er grösstentheils vom Gracilis bedeckt. Er setzt sich mit einer kurzen Sehne an die mediale Seite des unteren Endes des Oberschenkels und an die Spitze des Condylus medialis der Tibia. Hat man bei der Präparation den Gracilis durchschnitten, so scheint die glänzende Sehne und der dunkle Bauch des Semitendinosus durch das blasse Fleisch des Adductor durch; auf dem Querschnitt treten die Farbenverschiedenheiten der beiden Muskeln noch deutlicher hervor.[1]) Von beiden wurden zunächst dickere Schnitte frisch unter das Mikroskop gebracht; die des Semitendinosus zeigten eine gelbliche, die des Adductor eine mehr helle durchsichtige Färbung. Nach möglichst feiner Zerfaserung war kein Farbenunterschied zwischen beiden Muskeln mehr wahrzunehmen, beide erscheinen gleichmässig hell und farblos. Die Muskeln wurden dann getrocknet und unter Zusatz von Essigsäure auf dem Querschnitt untersucht. Das mikroskopische Bild des Semitendinosus liess Primitivbündel erkennen, deren Durchmesser deutlich grösser war, als der der Fasern des Adductor. Genauere Prüfungen ergaben im Mittel für den Semitendinosus 0·003313, für den Adductor 0·001235 Quadratmillimeter Flächeninhalt für je einen Muskelfaserquerschnitt. Betrachtet man den Querschnitt einer Faser als Kreis, so ist ihr mittlerer Durchmesser im Semitendinosus 0·03247, im Adductor 0·04106 Mm. Die Fasern des Semitendinosus machen im Allgemeinen den Eindruck, als ob ein Theil von ihnen die Grösse derjenigen des Adductor hätte, während ein anderer mehr wie um das Doppelte grösser erscheint; vermittelnde Zwischenformen finden sich erst bei genauerer Betrachtung. Es ist dabei an den bekannten Umstand zu erinnern, dass sämmtliche quergestreifte Muskelfasern selbst in den längsten Muskeln

---

1) W. Krause, a. a. O., S. 119.

spindelförmig sind und die Länge von 3 Cm. nicht zu überschreiten pflegen: näher nach den Enden hin gelegene Querschnitte erscheinen daher kleiner. Ausserdem liegen die Fasern des Adductor dichter gedrängt neben einander, während die des Semitendinosus durch eine Zone lockeren Gewebes von einander gerückt sind. Auf dem Längsschnitt liegen z. B. 10 Fasern des Semitendinosus, 16—20 vom Adductor im Durchmesser des Gesichtsfeldes; beide Muskeln zeigten in Essigsäure untersucht stets deutliche Querstreifung. Ranvier hat an frisch untersuchten, die er, ohne Zusatz fein zerfasert, auf eine Glasplatte spannte, beim Adductor die Quer- beim Semitendinosus die Längsstreifung vorherrschend gesehen.

Nächst der Verschiedenheit der Zahl und Grösse der Fasern ist die ungleiche Vertheilung der Kerne in beiden Muskeln auf dem Querschnitt auffallend. Die Kerne der Fasern des Semitendinosus sind bei weitem zahlreieher, als die der Adductorfasern, bei jenen kommen 5 Kerne im Mittel auf jeden Faserquerschnitt, beim Adductor nur 2. Die Kerne des Semitendinosus sind gross, rundlich, mehr in's Innere vorspringend; auf dem Längsschnitt breit und kurz, längs des Verlaufs der Fasern in ziemlich regelmässigen Abständen angeordnet, einzeln oder in Gruppen von drei bis vieren zusammen. Die Kerne des Adductor dagegen sind schmal, oval auf dem Querschnitt, dem Sarkolemm eng anliegend; auf dem Längsschnitt schmal, stäbchenförmig, längsgestellt in gleichen Abständen. Der Unterschied der Zahl der Kerne war auch hier ohne Mühe festzustellen, obgleich er, wie mir schien, nicht so deutlich hervortrat, wio auf dem Querschnitt. Ranvier giebt indess an, auch hier beim Semitendinosus reichliche, beim Adductor spärliche Kerne gesehen zu haben. Ferner hat er beobachtet, dass im Querschnitt auch mitten in den Fasern Kerne vorkämen, ich kann indess diese Wahrnehmung nicht bestätigen. Vielleicht hat Ranvier Schnitte benutzt, welche nicht senkrecht auf die Axe der Faser gerichtet waren, sondern diese unter einem spitzen Winkel trafen, so dass Kerne, welche an einer der Schnittfläche gegenüberliegenden Wand des Sarkolemms lagen, sich optisch in die Mitte der Faser projicirten.

Ausser den Fasern und Kernen zeigen auch die Blutgefässe des Semitendinosus und Adductor wesentliche Unterschiede, welche Ranvier in einem späteren Aufsatze beschrieben hat. Um sie zu ermitteln, wurden die Schenkelgefässe eines Kaninchens mit Berlinerblau injicirt und eine Zeitlang in Alkohol gehärtet. Der Adductor zeigt auf dem Längsschnitt die bekannte Anordnung der Muskelgefässe: grössere Gefässe laufen schräg, mehr der Faserrichtung sich nähernd, über die Fasern; die Capillaren, welche von ihnen ausgehen, liegen gradlinig zwischen den Fasern, doch nicht so zahlreich, dass auf jede Faser ein neben ihr laufendes Capillargefäss käme. Hier und da senden sie sich in weiten Abständen anastomosirende Zweige zu, so dass das Ganze an dicken Schnitten das Aussehen eines weitmaschigen Netzes bekommt. Der Längsschnitt des Semitendinosus dagegen erscheint viel dunkler; eine Folge des grossen Gefässreichthums: zahlreiche grössere Gefässe verlaufen in einer zu den Fasern mehr senkrechten Richtung, die Capillaren zwischen den Fasern sind vielfach geschlängelt, die Schlingen gehen entweder von dem einen Rande der Faser und wieder zurück, so dass das Ganze zum andern mitunter korkzieherartig aussieht, ohne dass die Windungen in Wirklichkeit die ganze Faser umfassten; oder sie gehen bis zur Mitte der Faser, anastomosiren mit einander und werden rückläufig. Andere bleiben auch erst eine Strecke weit auf der andern Seite. Einige findet man endlich, welche quer über mehrere Fasern verlaufen und sich mit entfernteren verbinden. Die Richtung der Schlingen ist entweder senkrecht zur Axe der Faser oder macht einen spitzen Winkel mit ihr. Unter sich sind sie theils parallel, theils unregelmässig gegen einander gerichtet. Zwischen den gewundenen trifft man auch hin und wieder gestreckt verlaufende Capillaren. Das aber, wodurch sich der Semitendinosus nicht allein vom Adductor, sondern auch von allen anderen bisher bekannten rothen Muskeln in Bezug auf seine Gefässe auszeichnet, sind kleine Ausbuchtungen der Capillaren, Aneurysmen, wie sie Ranvier nennt. Er beschreibt ihre Form als spindelförmig; ich möchte sie lieber oval, mit zugespitzten Enden, dem Längsschnitt einer Citrone vergleichbar, nennen.

Ihre Grösse beträgt 0·017—0·025 Mm.; sie liegen meist an den Capillaren, welche quer über die Fasern gehen. Dass diese an einigen Punkten damit beladen wären, wie Ranvier sagt, kann ich gerade nicht bestätigen, ich fand in einem Gesichtsfelde höchstens vier bis fünf. Die Möglichkeit, sie entständen durch optische Täuschungen in der Weise, dass man von oben her ein Gefäss erblickt, welches von unten um die Faser auf die obere Seite umbiegt, ist dadurch ausgeschlossen, dass man an einigen Präparaten die ein- und austretenden Capillargefässe deutlich sieht, andererseits aber der Durchmesser der Capillaren so klein ist, dass er auch bei der dafür günstigsten Projection nicht so stark erweitert erscheinen könnte.

Die Nerven endlich zeigen bei beiden Muskeln keine Differenzen. Ob in dem einen mehr wie im andern vorhanden sind, lässt sich kaum entscheiden; ist aber nicht wahrscheinlich. Die motorischen Endplatten beider sind gleich gross und wie die anderer Muskeln beschaffen; rundlich, dem Sarkolemm aufliegend mit mehreren hellen, ovalen Kernen in einer feinkörnigen Zwischensubstanz. Untersucht wurden sie an Präparaten, welche 24 Stunden in verdünnter Essigsäure gelegen hatten.

Um weitere Anhaltspunkte zur Erklärung dieser auffallenden Verschiedenheiten der Structur beider Muskeln zu bekommen, lag zunächst die Vermuthung nahe, dass alle rothen Muskeln des Kaninchens denselben Bau wie der Semitendinosus hätten, welcher dann wieder in besonderen Verhältnissen seinen gemeinsamen Grund fände. Es wurden deshalb aus der Zahl der rothen Muskeln der Flexor digitorum communis und der Masseter gewählt, ersterer der Aehnlichkeit der Form mit dem Semitendinosus wegen. Beide Muskeln wurden auf dieselbe Weise behandelt, wie der Semitendinosus. Bei der Untersuchung fand sich, dass zwar frisch untersuchte dickere Schnitte des rothen Flexor gelb, dünnere blass und durchsichtig waren, dass aber beim getrockneten und mit Essigsäure behandelten Muskel ganz dieselben Verhältnisse wie beim weissen Adductor vorlagen. Der Querschnitt zeigt dieselben Faserdurchmesser: die Fasern liegen dicht gedrängt neben einander, jede mit einem, höchstens zwei schmalen ovalen Kernen, welche dem

Sarcolem dicht ansitzen. Die Kerne sind nicht sehr breit, längsgestellt in ziemlich gleichen Abständen. Das Bild des Masseters ist fast dasselbe: die Zahl der Fasern ist auf dem Querschnitt durchschnittlich noch etwas grösser als beim Adductor. Der Durchmesser der Fasern ist kleiner; sie haben je einen bis zwei Kerne, die auch dicht unter dem Sarkolemm befindlich, ihr Längsdurchmesser ist nicht so gross wie der der Adductor-Kerne. Der Längsschnitt zeigt Fasern mit deutlicher Querstreifung, im Ganzen dasselbe Bild wie der Adductor. Das Resultat ist also das Gegentheil von dem, was man erwartet hatte. Der Bau der übrigen rothen Muskeln stimmte nicht mit dem des rothen Semitendinosus, sondern mit dem des weissen Adductor überein, so dass hierdurch erwiesen war: der Grund der Verschiedenheit des Semitendinosus vom Adductor ist nicht derselbe, welcher den Unterschied der rothen und weissen Muskeln des Kaninchens überhaupt bedingt. Es musste sich um besondere Beziehungen des Semitendinosus zum Adductor handeln, welche zwischen letzterem und den übrigen rothen Muskeln nicht stattfanden. Derartige Beziehungen könnten liegen in der gesammten Anordnung der Muskeln des Unterschenkels, in einer besonderen Mechanik des Knochengerüstes: kurz in Factoren, welche nicht beim Kaninchen allein vorhanden sind, sondern Eigenthümlichkeit aller der Thiere wären, welche vermöge der Aehnlichkeit ihres Körperbaues mit dem Kaninchen in eine Gruppe zu vereinigen sind: d. h. eine Eigenthümlichkeit der Nager. Die Untersuchungen wurden deshalb in dieser Richtung fortgesetzt, und als nächster Verwandter des Kaninchens der Hase in Angriff genommen. Unterschiede zwischen weissem und rothem Muskelfleisch waren bei ihm nicht vorhanden, indess erschien der Semitendinosus etwas dunkler, wie der Adductor. Die frisch untersuchten Schnitte waren bei beiden gelb, nach Zerfaserung durchsichtig. Das mikroskopische Bild des getrockneten und mit Essigsäurezusatz behandelten Semitendinosus hatte aber im Querschnitt durchaus keine Aehnlichkeit mit dem des Semitendinosus vom Kaninchen: dort wenige durch eine Schicht lockerer Zwischensubstanz getrennte Fasern mit zahlreichen in's Innere vorsprin-

genden Kernen, hier eine grosse Anzahl Fasern, eng nebeneinander gelagert, jede mit 1—2 Kernen, ganz wie beim Adductor des Kaninchens, abgesehen davon, dass hier die Kerne etwas kürzer und gedrungener erschienen. Der Längsschnitt war auch fast der gleiche wie der des Adductor vom Kaninchen. Der Adductor des Hasen zeigte weder im Längs- noch im Querschnitt Differenzen vom Semitendinosus desselben Thieres, die Anzahl und Lage der Kerne war die gleiche, allenfalls waren die Durchmesser der Fasern etwas kleiner wie im Semitendinosus. Im Semitendinosus war die Differenz vom Kaninchen in jedem Querschnitt deutlich nachzuweisen, namentlich auch durch die Zahl und abweichende Beschaffenheit der Kerne, welche im Semitendinosus und Adductor des Hasen gleich an Zahl und Form sind.

Dieser Befund beim Hasen liess erwarten, dass auch die übrigen Nagethiere nichts dem Semitendinosus des Kaninchens Analoges aufweisen würden und dass demnach diese Bildung nicht eine Eigenthümlichkeit der Nager sei. Die Erwartung bestätigte sich auch im Wesentlichen. Das Eichhörnchen (Sciurus vulgaris) hat zwar nicht einen Semitendinosus mit derselben Ursprungs- und Ansatzstelle, wie das Kaninchen und der Hase, aber doch einen ihm entsprechenden Muskel, welcher vom Tuber ausgeht, den Adductor magnus in einer kleinen Strecke durchbohrt und sich an die Kapsel des Kniegelenks befestigt. Seine Farbe ist von der des Adductor nicht verschieden, beide sind gleichmässig roth und der Querschnitt zeigt an dem einen sowohl wie an dem andern dieselben Durchmesser der Fasern mit je 1—2 Kernen. Die Fasern selbst sind grösser wie die der eben beschriebenen Muskeln, fast so gross wie die des Semitendinosus des Kaninchens.

Bei der Ratte (Mus decumanus) und der Maus (M. musculus) liess sich ein den Adductor durchbohrender Semitendinosus nicht darstellen, die Bündel, welche ihn der Lage nach repräsentirten, wurden untersucht, zeigten aber weder der Farbe, noch der Zahl und Anordnung der Fasern und Kerne nach einen Unterschied vom Adductor. Zuletzt wurde das Meerschweinchen (Cavia cobaya) zur Untersuchung herangezogen,

dessen Semitendinosus sich wieder auffallend durch seine rothe Farbe von dem des Adductor unterscheidet. Der Querschnitt gab denn auch Abweichungen beider Muskeln von einander, die denen des Semitendinosus und Adductor vom Kaninchen ganz nahe kommen. Im Semitendinosus fanden sich grössere Durchmesser der Fasern und letztere noch weiter durch Zwischensubstanz auseinandergerückt als beim Kaninchen, jede mit 12 bis 15 Kernen. Letztere sind gross und weiter als dort ins Innere vorspringend. Beim Adductor sind die Fasern kaum halb so dick, mit 12—14 Kernen im Mittel einer auf eine Faser, sie sind kleiner, platter, dem Sarkolemm dicht anliegend. Auf dem Längsschnitt sehen wir ganz analoge Verhältnisse und so können wir als Resultat der vergleichend anatomischen Untersuchung der Nagethiere folgendes aufstellen: Die Verschiedenheit des Semitendinosus und Adductor des Kaninchens ist nicht zugleich besondere Eigenthümlichkeit der Nager, sie findet sich, so weit zu übersehen, bei keinem von ihnen ausser beim Meerschweinchen. Daraus ist zu schliessen, dass beim Kaninchen und Meerschweinchen wahrscheinlich ähnliche oder dieselben Bedingungen diese Abweichungen im Bau und in der Farbe einzelner Muskeln zu Wege gebracht haben. Dasjenige nun, was diese beiden Thiere den anderen derselben Gruppe gegenüber gemeinsam haben, ist, dass sie nicht wild in Freiheit auf sich selbst angewiesen leben, sondern künstlich vom Menschen gezüchtet und gefüttert werden. Beide sind längst ihrem ursprünglichen Zustande entrissen, die Leistungen des Körpers, namentlich in Form von Bewegung sind geringer geworden, nicht zu vergleichen mit denen, die sie in früheren Zeiten hatten, wo sie sich selbst ihre Nahrung verschaffen, sich Gruben bauen und gegen andere Thiere schützen mussten. Jetzt sitzen sie seit langer Zeit ruhig im Stalle, ihre Thätigkeit beschäftigt nicht alle Muskeln gleichmässig, sondern vorzugsweise einzelne Gruppen. Der Bau des Körpers musste so mit der Zeit von den veränderten Verhältnissen beeinflusst werden und vor Allem die Organe, welche die Bewegung vermitteln: die Muskeln. Diejenigen von ihnen, welche noch in der alten Weise thätig sind, behielten ihre

ursprüngliche Beschaffenheit, während die minder in Anspruch genommenen vor allen eine Aenderung der Farbe erfuhren. Von diesem Gesichtspunkte aus wäre es interessant, nachzuforschen, ob nicht noch andere Thiere, welche einen ähnlichen Entwickelungsgang durchgemacht haben wie das Kaninchen und Meerschweinchen, Farbenunterschiede der Muskeln zeigen. Wir verlassen damit vorläufig unsere erste Frage nach dem Ursprung der Verschiedenheit des Semitendinosus und Adductor, um uns mit der allgemeinern nach der Ursache der rothen und blassen Farbe der Muskeln überhaupt zu beschäftigen, welche, so weit wir bislang sahen, für die Beurtheilung des Semitendinosus nicht entscheidend war. Ein Thier nun, das in der angegebenen Weise dem Kaninchen sehr nahe steht, ist das Haushuhn. Es ist schon lange von der Hand des Menschen gepflegt, und die Veränderungen, welche es dadurch in seinem Baue erfahren hat, beziehen sich vor allem auf sein Flugvermögen. Alle seine wildlebenden Verwandten fliegen, das Haushuhn selbst nur noch sehr wenig, wir hätten also in den Muskeln, welche den Flugapparat versorgen, am ehesten Veränderungen zu erwarten. Die anatomische Präparation zeigt denn auch, dass die Flugmuskeln, besonders der Pectoralis major, weiss, die Muskeln der Extremitäten dagegen roth sind. Die mikroskopische Untersuchung ergibt als unterscheidendes Merkmal von Säugethiermuskeln in allen Muskeln des Huhns eine Anzahl Kerne innerhalb der Faser, und die rothen und blassen sind hier unterschieden durch das Verhältniss der Kerne zu einander. Die Durchmesser der Fasern sind eher im Flexor digitorum geringer als im Pectoralis. Kerne zeigt der Flexor auf dem Querschnitt in der Faser 7·58 im Mittel, im Sarkolemm 11·3; der Pectoralis 20·5 in der Faser und 5·0 im Sarkolemm Zum Beweise, dass dies sich nicht bei allen Vögeln so verhält führe ich die Taube an, welche nur rothes Muskelfleisch hat, und weder im Pectoralis, wie Rollet angiebt, noch im Flexor digitorum im Innern Kerne hat. Sie liegen alle zu 2—3 am Sarkolemm der ziemlich schmalen Fasern.

Bei den niederen Wirbelthieren und den Wirbellosen ist das Verhältniss das umgekehrte, hier herrscht die blasse Mus-

kulatur vor und die rothe ist Ausnahme. Das Vorkommen beider zusammen hat Ranvier am Rochen beschrieben: die rothen Bündel sind hier dünner als die weissen, der Durchmesser der ersteren ist 0·060 bis 0·096, der letzteren 0·15 bis 0·18. Beide Muskeln sollen ausserdem dieselben Unterschiede der Streifung zeigen wie die entsprechenden des Kaninchens. Er giebt ferner an, dass die Kerne in der schon von Leydig beschriebenen körnigen Masse zwischen Sarkolemm und Muskelsubstanz in den rothen Muskeln zahlreicher seien, wie in den weissen.

Nachdem diese anatomischen Unterschiede festgestellt, war das nächstliegende die Prüfung des physiologischen Leistungsvermögens beider Muskelarten. Die Versuche wurden nur am Kaninchen ausgeführt, in Bezug auf die Muskeln anderer Thiere kann man von den hier erzielten Resultaten nur Vermuthungen hegen. Besonderen Dank bin ich Hrn. Dr. Lassar schuldig, welcher mir bei der Anordnung der Apparate und Ausführung der Versuche freundlichst Hülfe leistete. Die erste Reihe von Versuchen wurde so ausgeführt, dass der Adductor und Semitendinosus blossgelegt und direct oder vom Nerven aus mit dem Inductionsstrome gereizt wurden. Das Resultat war, dass unter den Umständen des Tetanisirens, unter denen der Semitendinosus in völligen Tetanus d. h. scheinbar stetige Contraction überging, der Adductor noch deutliches Zittern, discontinuirliche Contractionen erkennen liess. Ein entsprechender Unterschied zeigte sich beim Aufhören der Reizung, der Adductor kehrte rasch aus dem thätigen Zustande in den ruhenden zurück, während der Semitendinosus allmählich in die Ruhelage kam. Zum Vergleich wurde der Flexor digitorum geprüft, welcher sich unter denselben Bedingungen ganz wie der Adductor verhielt. Um diese Unterschiede der Reaction auf dieselben Reize beim Semitendinosus and Adductor genauer feststellen zu können, erschien es wünschenswerth, sie nach dem Vorgange Ranvier's graphisch darzustellen. Die von ihm benutzten myographischen Zangen von Marey standen mir indess nicht zu Gebote und die Versuche wurden deshalb mit dem von Pflüger früher gebrauchten Myographion

ausgeführt. Der Kaninchenmuskel wurde durch einen über eine Rolle gehenden Faden mit dem Hebel in Verbindung gebracht. Die Unterbrechungen des Stromes wurden mit der Hand an einer einfachen Wippe von einem Assistenten vorgenommen, und ihre Zahl nach dem Tacte eines Metronoms bestimmt, welches zugleich für den Untersucher die Zeit angab, in der die Glasplatte vor dem Schreibstift durchzuziehen war. Nachdem die Technik der Versuche an Froschmuskeln so lange eingeübt war, bis die gewünschte Zahl der Unterbrechungen und die zum Vorbeiziehen der Platte nöthige Zeit sicher und zuverlässig innegehalten werden konnte, gingen wir zu den entscheidenden Versuchen am Kaninchen über. Die Dauer des Reizes war bei allen Versuchen $^1/_4$ Minute.

Der Unterschied beider Muskeln war leicht zu erkennen: die Curven (Taf. VII.) des Semitendinosus stiegen stetig bis auf eine gewisse Höhe, gaben die ersten Unterbrechungen noch an und gingen dann in eine gerade Linie über. Erst als die Zahl der Unterbrechungen unter 192 ging, wurde jede einzelne auch vom Semitendinosus genau angegeben. Der Adductor dagegen markirte noch bei 357 Unterbrechungen jede durch eine entsprechende Zuckung Es war dies überhaupt die höchste Zahl Unterbrechungen, welche wir mit der Hand darstellen konnten; Ranvier sagt, er habe 357 Unterbrechungen in der Secunde angewandt, das wären in der Minute über 21000! Er hat dann ferner die Dauer der latenten Reizung durch eine besondere Vorrichtung an seinem Apparate bestimmt, nämlich durch eine Feder, welche 250 Schwingungen in der Secunde macht. Danach hätte der Adductor eine latente Reizungsdauer von $^1/_{83}$ Secunde, der Semitendinosus von $^1/_{18}$ Secunde. Da es mir nun aber stets schien, als ob die Zeit zwischen dem Anlegen der Elektroden bei der ersten Versuchsreihe und dem Eintritt der Zuckung mit dem blossen Auge gut wahrgenommen werden konnte, was während $^1/_{18}$ Secunde kaum möglich, andererseits meine Curven mit denen Ranvier's ziemlich übereinstimmen, so glaube ich, dass Ranvier vielleicht statt Minute Secunde gesetzt hat.

Ranvier hat dieselben Versuche am Rochen gemacht,

von denen er aus der Masse der blassen Muskeln unter der Seitenlinie ein rothes Bündel loslöste und isolirte. Eine Reihe von Inductionsstössen rief dort langsame Zusammenziehung hervor, derjenigen des Semitendinosus vergleichbar. Dieselbe Reizung bewirkte plötzliche Contraction der blassen Muskeln. Er reizte dann auf dieselbe Weise den dicken Nerv der seitlichen Flosse und sah, wie sich unter seinem Auge die rothen Muskeln langsam, die blassen plötzlich contrahirten, nach Aufhören der Reizung kamen die rothen allmälich, die blassen plötzlich zur Ruhe.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dass die Contraction des Semitendinosus und der rothen Rochenmuskeln eine wesentlich andere ist, wie die des Adductor und der blassen Muskeln des Rochen, zugleich aber, dass die physiologische Reaction keine den rothen Muskeln des Kaninchens allgemein zukommende ist, denn der Flexor verhält sich auf denselben Reiz wie der Adductor. Der Semitendinosus muss also eine Verwendungsweise haben, welche von der der übrigen Muskeln des Kaninchens abweicht, ein Punkt, auf den wir weiter unten zurückkommen werden (S. 231).

Stellen wir jetzt die Resultate der Untersuchungen zusammen, so können wir sagen, dass wir einmal die Beobachtungen Ranvier's in Bezug auf den Semitendinosus und den Adductor des Kaninchens bestätigen, ausserdem ist aber constatirt, dass ausser beim Kaninchen auch noch bei einigen anderen höheren Wirbelthieren Unterschiede der Farbe der Muskeln vorkommen, welche mit Abweichungen im Bau Hand in Hand gehen. Den Grund dieser Verschiedenheit sucht Ranvier darin, dass beide Muskeln eine von einander differirende Bestimmung hätten, ihre Aufgabe sei wahrscheinlich nicht die gleiche, die blassen mit ihrer plötzlichen Contraction würden wohl vorzüglich Muskeln der Thätigkeit sein, die rothen mit ihrer langsameren und beharrenden Contraction dienten dagegen zur Erhaltung und Regulirung des Gleichgewichts. Irgend einen Beweis für diese Vermuthung giebt er nicht, und ich setze deshalb an ihre Stelle eine andere Erklärung, die mir zutreffender scheint. Zu ihr führte folgende Ueberlegung;

Es ist oben hervorgehoben, dass das gemeinsam für diese Thiere Charakteristische der Umstand ist, dass sie nicht mehr in ihrem natürlichen Zustande leben, sondern längst vom Menschen domesticirt und dadurch eines grossen Theils der ihnen sonst zukommenden Leistungen enthoben sind. Die Beschränkung betrifft vor allem die Muskeln und zwar so, dass diejenigen von ihnen, welche noch in ihrer früheren Weise thätig sind, ihre ursprüngliche Beschaffenheit beibehalten haben und von den Muskeln ihrer wild lebenden Verwandten nicht verschieden sind. Die übrigen Muskeln aber, denen eine gleiche intensive Kraft abgeht, haben allmälich gewisse Veränderungen erfahren, die sich zunächst in dem Verlust der rothen Färbung kund geben. Die rothe Färbung findet sich überall da, wo eine bedeutendere Leistung und demzufolge regerer Stoffwechsel stattfindet. Auch bei niederen Thieren, bei denen sonst die blasse Muskulatur die Regel, finden wir an gewissen Stellen rothe oder doch gefärbte Muskeln: so sind das stets arbeitende Herzfleisch der Kaltblüter sowie die quergestreiften Brustmuskeln gut fliegender Arthropoden unter dem Mikroskop gelblich, die nicht quergestreiften Kaumuskeln mancher Gastropopoden roth. Auch den rothen Muskeln der Rochen wird eine energischere Thätigkeit zukommen, wie den blassen, kurz — die Farbe des Muskels ist bedingt durch seine Function: je mehr ein Muskel arbeitet, desto dunkler ist seine Farbe, und umgekehrt. Zu demselben Resultate ist man auch von ganz anderer Seite gekommen: Brozeit hat bewiesen, dass der Farbstoff der Muskeln das aus den Blutkörpern hineindiffundirte Haematin sei, seine Menge ist abhängig von der Zahl der im Muskel zerstörten Blutkörperchen und diese wieder ist durch die Thätigkeit des Organs bedingt. Es liegt daher nach Brozeit die Folgerung nahe, dass alle die Muskeln der rothen Farbe entbehren werden, welche eine geringe Function verrichten und dass diejenigen, welche am meisten und beim Absterben des Organismus am längsten thätig sind, die röthesten sein werden. Er hat darauf hin Versuche am ätherisirten Kaninchen gemacht, welche

seine Voraussetzungen bestätigt haben, so dass in dieser Thatsache meine Erklärung eine weitere Stütze findet.

Einer besonderen Berücksichtigung bedarf aber noch der Semitendinosus, von dem sich nach dem bisherigen nur sagen lässt, dass er eine grössere Thätigkeit entfalte, wie der Adductor. Es liegt noch gar kein Grund vor, weshalb er einen von den übrigen rothen Muskeln so abweichenden Bau und Contractionsmodus hat. Dieser Umstand findet indess seine Erklärung in der besonderen Anordnung der Muskulatur der hinteren Extremitäten des Kaninchens. Hier sind nämlich die Flexoren bedeutend stärker entwickelt, als die Extensoren, die Extremitäten können mit Ausnahme des Augenblicks angestrengter Sprünge nie aus der Beugung in die völlige Streckung übergehen. Es rührt dies davon her, dass das Kaninchen weniger auf schnelles Laufen als auf Wühlen und Graben angewiesen ist und dabei stets eine hockende Stellung einnimmt. Bei dieser muss dem Semitendinosus vermöge seiner Lage zwischen dem Tuber und dem medialen Condylus ein hervorragender Antheil an der Beugung des Oberschenkels zukommen. Bringt man am todten Kaninchen die Extremitäten in die stark gebeugte Stellung, so findet man den Semitendinosus stets stärker gespannt als den Adductor. Der Semitendinosus ist fast in beständiger Contraction und hat nicht, wie die Muskeln des Vorderarms einen Wechsel zwischen Arbeit und Ruhe. Die Folge davon ist, dass er allmälich die Fähigkeit verloren hat, rasch von einem Zustand in den andern überzugehen. Er ist nicht mehr gewöhnt, präcis auf einzelne Willensimpulse zu reagiren, und deshalb ruft auch der inadaequate elektrische Reiz keine zuckungsartige Contraction hervor, sondern bringt ihn in den Zustand, welcher für ihn der gewöhnliche ist, d. h. in den der dauernden Contraction. Ist der Muskel aber beständig thätig, so braucht er auch eine grössere Menge Betriebsmaterial, und da dieses ihm durch die Gefässe zugeführt wird, so hat der vergrösserte Bedarf auch eine Vermehrung der Gefässe zur Folge. So erklärt sich diese Abweichung ebenfalls einfach aus der Function. Die besonderen Eigenthümlichkeiten der Gefässe, jene beschriebenen Capillar-Aus-

buchtungen, sind wahrscheinlich durch die beständige Verkürzung der Fasern hervorgebracht oder können auch als Reservoire für das Blut gelten.

Damit glaube ich eine einfache Erklärung für die besonderen Eigenschaften des Semitendinosus des Kaninchens einerseits und für die Farbenverschiedenheit der quergestreiften Muskeln andererseits gegeben zu haben, indem ich für das erste die speciellen Verhältnisse des Kaninchens, für das zweite die Art der Function als bedingendes Moment aufstellte. Aus der Vererbung des Blutreichthums, wodurch schon der fötale Semitendinosus bevorzugt sein muss, erklärt sich endlich die grössere Dicke seiner Fasern und die vermehrte Anzahl der Kerne des Semitendinosus. Nach Allem ist es wohl kaum wahrscheinlich, dass bei allen Thieren derartige Unterschiede vorkommen, wie Ranvier meint, denn die Differenzen zwischen blassen und rothen Muskeln sind eine durch verschiedenen Gebrauch derselben entstandene und merkwürdiger Weise bei einzelnen **Hausthieren** erst vermöge der Züchtung und mangelnder Bewegung hervorgerufene Eigenthümlichkeit.

Die Wärmeleitung des Muskels.

(Studien über thierische Wärme.)

Von

Dr. Albert Adamkiewicz.

(Aus dem physiologischen Institut zu Königsberg i. Pr.)

I. Zerfall und Fermentation, Aufbau und Wachsthum im Organismus sind vorzugsweise Wirkungen der Wärme. „Die intramoleculare Wärme der Zelle ist ihr Leben," sagt Pflüger.[1]) Wenn also die wichtigsten Vorgänge, die den Lebensfunctionen dienen, innig an sie sich knüpfen; dann ist es klar, dass, je vollkommener der thierische Körper sich darstellt, je verwickelter daher die Processe seiner Erhaltung sind, auch um so grösser sein Bedürfniss an einer Kraft werden muss, die eine so wichtige Rolle in ihm zu spielen berufen ist.

Den Pflanzen und niederen Thieren genügt für die Bedingungen ihres Daseins und ihres Fortkommens zum grossen Theil schon die Wärme, welche das sie umgebende Medium ihnen mittheilt. Daher ist ihr Leben auch an die Temperatur ihrer Umgebung gebunden und ersteht und vergeht mit dem Wechsel derselben. — Die Erhaltung der höchst organisirten Thiere, derjenigen, welche wir Warmblüter zu nennen pflegen, stellt an jenes lebensweckende Princip nothwendigerweise die allergrössten Anforderungen. Sie muss aus Wärmequellen unbeschränkt schöpfen können, — und der Organismus selbst erzeugt sie, indem jede Zelle des Thierlebens Zuflüsse zu ihnen entsendet. In grossartiger Wechselwirkung unterhält wiederum die Wärme, die der Zelle ihr Dasein verdankt, die Lebensfähigkeit der Zelle und trägt so dazu bei, dem Ganzen jene Selbständigkeit der Temperaturen zu erhalten, die von jeher das angestaunte Wunder der Schöpfung war.

---

1) Archiv f. d. ges. Physiol. 1875. S. 327. (Ueber die physiologische Verbrennung in den lebenden Organismen).

So lange die Zellen des Thierkörpers in normaler Weise thätig sind, können jene Quellen nicht versiegen; — und so lange das Thier in einem Medium wohnt, dessen Temperatur niedriger ist, als die seines Körpers, müssen sie sich unaufhaltsam durch die Körpergewebe in das Wärmemeer der Umgebung ergiessen.

Der Beständigkeit dieser Wärmeströmung verdanken die Lebensprocesse im Körper ihr Gedeihen. Doch hängt ihre Fortdauer nicht weniger von einer gewissen Ruhe und Gleichmässigkeit jener Strömung ab, die im Organismus thatsächlich geboten ist. Denn der Abfall der Temperaturen in den innern Schichten des Thierkörpers, — die Neigung des Strombetts —, bleibt unabänderlich klein, — und die Wärmewellen wälzen sich beständig mit gleicher Trägheit durch sie fort, auch wenn das Niveau der Mündung, — die Temperatur der Umgebung, — das doch sonst die Strömungsgeschwindigkeit des Zuflusses bestimmt, in weiten Grenzen sich ändert.[1])

Die Muskulatur ist es, die dieses Gleichmaass unterhält. Indem sie kurz vor der Mündung des durch den Körper kreisenden Wärmestromes eingeschaltet ist, wirkt sie dank ihren Wärmeheerden und der durch sie bedingten hohen Temperaturen gleich einer Schleuse, die den Abfluss des eingedämmten Stromes beherrscht.[2])

Eigenthümliche Vorgänge sogenannter „Regulationen“, auf die man seit Bergmann die ganze Macht der Wärmecompensationen im Thierkörper übertragen hat, unterstützen die Muskulatur in ihrer wichtigen Aufgabe. Wenn der Wärmestrom des Körpers bei hoher Temperatur der Umgebung langsam und träge zur Mündung fliesst und Gefahren der Stauung mit sich bringen würde, dehnen sich die Capillaren der Peripherie. Damit erweitert sich das Bett des Blut- und mit ihm auch das des Wärmestromes, der ja doch den Blutbahnen folgt und seine Abzugswege durch die Schleuse in jener grossen Zahl von

---

1) Adamkiewicz: Die Analogien zum Dulong-Petit'schen Gesetz u. s. w. in diesem Archiv. 1875. S. 110 ff.

2) Ebenda.

Canälen findet, durch welche sich das Blut selbst durch die Pforte Bahn bricht. Und wenn die Wärmewellen mit grosser Geschwindigkeit zur kalten Umgebung eilen und beträchtliche, das Niveau des Stromes beeinträchtigende Wärmemengen mit sich fortreissen würden; verengern sich die kleinen Blutgefässe an der Oberfläche des Körpers und mit ihnen die Abflusswege des Blutes und der Wärme. Jetzt müssen sich beide stauen und dadurch so recht eigentlich die Bedeutung der Muskulatur heben. Das dichte Blutgefässnetz gerade der Skeletmuskeln nimmt eben das von seiner Bahn verdrängte Blut in seine stets offenen Wege auf,[1]) und die Wärme, die dem Blutstrom folgt,[2]) gleichwie die Nebel den fliessenden Wassern, häuft sich in Folge dieses circulatorischen Umschwungs an der Peripherie ebenfalls in der Muskulatur an, steigert deren Temperatur,[3]) vermehrt damit mit deren dämmende Wirkung und stellt so gewissermaassen die Schleuse höher.

Vor der Schleuse hört die Continuität des Wärmestromes auf.[4]) Er endet hier mit steilem Gefälle, das zu- oder abnimmt, je nachdem die Temperatur der Umgebung sinkt oder steigt. Daher betheiligt sich auch das ganze Gebiet der Strommündung,

---

1) Effendi Hafiz: Ueber die motorischen Nerven der Arterien, welche innerhalb der quergestreiften Muskeln verlaufen. (Berichte der Kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaft zu Leipzig. — Math.-phys. Classe. Bd. XXII. S. 214 ff. 1870.)

2) Vgl. Claude Bernard's Versuche am Sympathicus des Halses (Comptes rendus LV. p. 228.) und die Experimente von Schiff (Untersuchgn. zur Physiologie des Nervensystems. Frkft. a. M. I. S. 155.), Callenfels (Henle und Pfeuffer's Ztschrft. Bd. VII., S. 157.), Kussmaul und Tenner (Moleschott's Unterschgn. zur Naturlehre des Menschen. Frkft. a. M. 1857. S. 91 ff.) und vielen Anderen über die Beziehungen des Kreislaufs zur Temperatur.

3) Ich schliesse mich in der Deutung der bekannten „reactiven" Temperatursteigerung des Körpers bei peripherischer Abkühlung desselben der mechanischen Auffassung an, wie sie namentlich von Winternitz (Virchow's Archiv. Bd. LVI. S. 181 ff., Wiener med. Jahrb. N. F. 1871. S. 180 ff. u. s. w.) Senator (Virchow's Archiv. L. S. 354; LII. S. 137; dieses Archiv LIX. S. 114 u. s. w.), Murri (Lo Sperimentale. 1873) vertreten wird.

4) Die Analogien zum Dulong-Petit'schen Gesetz u. s. w., a. a. O.

— die äusserste Zone [1]) des Thierkörpers — noch lebhaft an den Temperaturschwankungen der Umgebung.

Gleich wechselnden Fluten kämpfen diese Schwankungen von aussen her gegen die Schleuse an. — Aber die „Temperaturconstanz" des Warmblüters lehrt eben, dass die Pforte diesen Stürmen unter gewöhnlichen Verhältnissen [2]) wirksam trotzt.

Dazu kann die Muskulatur nur durch besondere Kräfte in den Stand gesetzt werden. — Sind es physiologische Fähigkeiten, die ihre Temperaturen, — die Höhe der Schleuse, die den Abfluss des Wärmestromes im Körper regulirt —, bestimmen; — so müssen es physikalische Eigenschaften sein, die ihr das Vermögen verleihen, dem Temperaturwechsel der äusseren Nachbarschaft zu widerstehen. Dort ist es die Energie der Wärmebildung, — hier die Schlechtigkeit der Wärmeleitung.

Wie sorgfältig auch die Beziehungen des Muskels zur Wärmeproduction durchforscht sind; die Bedeutung ihres Leitungsvermögens für den thierischen Wärmehaushalt ist bisher nur wenig gewürdigt und noch weniger der Versuch gemacht worden, die Grösse dieses Vermögens festzustellen. Bei der bis jetzt kaum mehr als vermutheten schlechten Wärmeleitung thierischer Körperbestandtheile hat man es nicht berücksichtigt, dass der Werth derselben ganz besonders an einem Gewebe interessiren müsste, aus dem sich das Thier zu nahezu der Hälfte [3]) seines gesammten Körpergewichts aufbaut, — das gleich einem Gehäuse fast den ganzen Lebensapparat einschliesst, an dem sich die Functionen nur bei einem gewissen Gleichmaass der Temperaturen abspinnen, — das endlich diesen Apparat von der Hülle des Körpers trennt, dessen sehr er-

---

1) Die Analogien zum Dulong-Petit'schen Gesetz u. s. w., a. a. O.

2) Ebenda S. 97.

3) Carl Voit gibt die Muskulatur einer Taube zu 45·5 pCt. des Körpergewichts an (Zeitschrift für Biologie Bd. II. S. 75. 1866.) und findet, dass man bei einem Hund von 31·9 Kilo Gewicht die Menge des Fleisches ohne Fehler gleich 20·0 Kilo setzen dürfe (Zeitschrift für Biologie. Bd. III. S. 18. 1867.)

hebliche Temperaturschwankungen jenes Gleichmaass arg bedrohen.[1])

II. Bei der Fortpflanzung der Wärme in einem Körper durch Leitung wirkt bekanntlich als Ursache für die Wärmebewegung die den Ausgleich intendirende Spannungsdifferenz der einzelnen Atomschichten des Leiters, die durch deren Temperaturunterschiede gegeben ist. Jeder Querschnitt des Leiters nimmt dabei Wärme von der höher temperirten Seite auf um sie seinem kälteren Nachbar wieder mitzutheilen. Und sobald die Grössen der mitgetheilten und der empfangenen Wärme in allen Schichten einander gleich werden, tritt der Leiter in einen stationären Wärmezustand ein, während dessen seine Temperaturen sich nicht mehr ändern.

In der Natur dieses Zustandes liegt es begründet, dass, so lange er dauert, durch jeden Querschnitt des leitenden Körpers dieselbe Wärmemenge (w) fliesst. Da für die jedenfalls nur kleine Temperaturdifferenz seiner benachbarten Moleküle die Fourier'sche[2]) Annahme zulässig ist, dass an ihnen das Newton'sche Abkühlungsgesetz noch zur Geltung komme und also zwischen ihnen ein jener Differenz proportionaler Wärmeaustausch stattfinde; — so muss umgekehrt daraus geschlossen werden, dass die Grösse w Function gleichzeitig aller Temperaturdifferenzen zweier auf einander folgender Schichten sei und die Temperaturen längs des Leiters während des stationären Zustandes demnach in einer arithmetischen Reihe abnehmen.

---

1) Schon unter ganz normalen Verhältnissen kann die Temperaturdifferenz zwischen Haut- und Körperinnerem zwischen 3 und 16° Cels. schwanken. Vgl. Charcot: Klinische Vorträge über Krankheiten des Nervensystems. — Uebers. von Fetzer. Stuttgart. 1874. S. 106. Anmkg.

2) Mémoires de l'Acad. roy. des sciences de l'Institut de France. Années 1819 et 1820, p. 200. (Du mouvement de la chaleur dans les corps solides.)

Daraus aber folgt allgemein, dass, wenn die Länge des Leiters l und seine Temperatur am Anfang T und am Ende t ist,

$$w = \varphi\left(\frac{T-t}{l}\right)$$

sein muss.

Hat der Leiter den Querschnitt q, und gibt k. das innere Wärmeleitungsvermögen oder diejenige Wärmemenge an, an, welche durch die Einheit der Fläche in der Zeiteinheit hindurchgeht, wenn zwei in der Entfernung $\frac{T-t}{l}$ liegende Querschnitte eine Differenz von 1° Ces. zeigen; so wird durch die Gleichung

$$w = q \cdot k \cdot \left(\frac{T-t}{l}\right) \ldots\ldots\ldots 1)$$

der Werth für k im Allgemeinen bestimmt sein.

Nach dieser Relation hat man das Leitungsvermögen für Wärme nur von Metallen berechnet. — Die beiden Flächen einer Platte von der Dicke l wurden durch Berührung mit Wasser oder Dampf auf die Temperaturen T und t gebracht und die durch den Querschnitt q der Platten in der Zeiteinheit passirenden Wärmemengen (w) durch Uebertragung auf Wasser direct gemessen.

In der Ausführung bot diese Methode indessen viele Schwierigkeiten und manche Fehlerquellen dar. — Péclet,[1]) der sich ihrer vorzugsweise bedient hat, beseitigte von ihnen eine der wesentlichsten, indem er die mit den beiden Oberflächen des Metalls in Berührung stehenden Wasserschichten durch besondere Rührapparate sich fortwährend erneuern liess. Die Reibung, die die Metallflächen durch die Rührer erfahren mussten, führte jedoch neue Fehler in die Methode ein; und es wichen daher die Ergebnisse, die sie lieferten, so auffallend von einander ab, dass mit ihrer Hilfe beispielsweise für die Leitung des Kupfers Clément 0·23, Thomas und Laurent 1·22 und Péclet 19·11 erhielten.[2]) — Im Uebrigen birgt auch

1) Poggendorff's Annalen, Bd. LV.
2) Ebenda Bd. CXIV. S. 514.

die Gleichung, die dieser Methode zu Grunde liegt, einen theoretischen Fehler. Denn es wird in ihr diejenige Wärmemenge nicht berücksichtigt, welche während des Processes der Leitung an die Umgebung verloren geht.

Biot[1]) hat diesen Verlust zuerst in Betracht gezogen. Wenn ein Leiter in die Umgebung Wärme ausstrahlt, so muss diejenige Wärmemenge, welche jeder Querschnitt der ihm benachbarten kälteren Molekelschicht mittheilt, kleiner sein, als diejenige, welche er auf der anderen Seite erhalten hat. Die Differenz dieser Wärmegrössen aber muss dem von der Umgebung aufgenommenen Wärmequantum entsprechen. Sie lässt sich leicht auf folgende Weise finden:

Hat ein in der Entfernung x vom Anfang des Leiters liegender Querschnitt desselben die Temperatur t, und nimmt im Verlauf der unendlich kleinen Strecke $d(x)$, um welche die ihm zunächst folgende kältere Schicht von ihm entfernt ist, die Temperatur um das Differential $d(t)$ ab, so ist die Wärmemenge, welche durch ihn in der Zeiteinheit strömt

$$w_1 = k \cdot q \cdot \frac{d(t)}{d(x)} .$$

Da die Temperatur der erwähnten kälteren Nachbarschicht nur noch $t - d(t)$ ist und bis zum nächsten wieder um $d(x)$ entfernteren kälteren Querschnitt um $d(t - d(t))$ oder $d(t) - d^2(t)$ kleiner wird, so muss die Wärmemenge, welche durch jene Schicht in der Zeiteinheit hindurchgeht

$$w_2 = k \cdot q \cdot \frac{d(t) - d^2(t)}{d(x)}$$

sein. — Folglich ist die Wärmemenge, welche die Strecke $d(x)$ des Leiters an die Umgebung verliert gleich

$$k \cdot q \cdot \left(\frac{d(t)}{d(x)} - \frac{(d(t) - d(t^2))}{d(x)}\right)$$

oder

$$k \cdot q \cdot \frac{d^2(t)}{d(x)} .$$

Drückt p den Umfang des Leiters aus und gibt die Temperatur t seines Querschnittes x gleichzeitig den Temperatur-

1) Traité de physique. Tom. IV.

überschuss desselben über die Umgebung an, oder, mit andern Worten, hat diese eine Temperatur von 0°, während diejenige Wärmemenge, welche die Oberflächeneinheit des Leiters an die Umgebung bei einer Temperaturdifferenz beider von 1° verliert, das sogenannte **äussere Wärmeleitungsvermögen**, durch h bezeichnet ist, so ist der Wärmeverlust von $d(x)$ auch dem Product

$p \cdot d(x)\, h \cdot t$ gleich. Also ist auch

$$k \cdot q \cdot \frac{d^2(t)}{d(x)} = p \cdot d(x) \cdot h \cdot t \text{ und}$$

$$\frac{d^2(t)}{d(x)^2} - \frac{h \cdot p \cdot t}{k \cdot q} = 0 \;\ldots\ldots\ldots\; 2)$$

Von dieser **Biot'schen** Differentialgleichung leiten sich zwei vielfach und mit gutem Erfolg benutzte Methoden her, die Wärmeleitung fester und flüssiger Körper zu bestimmen. Durch Integration derselben ergiebt sich nämlich die Gleichung

$$t = A \cdot e^{x\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}} + B \cdot e^{-x\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}},$$

worin A und B Constanten und e die Basis der natürlichen Logarithmen ist.

Wenn also während des stationären Zustandes drei in den Abständen $m + l$, $m + 2l$, $m + 3l$ vom Anfang des Leiters auf einander folgende Querschnitte desselben die Temperaturüberschüsse t, t_1 und t_2 über die Umgebung zeigen, so gelten für sie die Gleichungen

$$t = A \cdot e^{(m+l)\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}} + B \cdot e^{-(m+l)\sqrt{\frac{h \cdot q}{k \cdot q}}}$$

$$t_1 = A \cdot e^{(m+2l)\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}} + B \cdot e^{-(m+2l)\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}} \text{ und}$$

$$t_2 = A \cdot e^{(m+3l)\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}} + B \cdot e^{-(m+3l)\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}}$$

daraus folgt, dass

$$\frac{t + t_2}{t_1} = e^{l\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}} + e^{-l\sqrt{\frac{h \cdot p}{k \cdot q}}} \text{ ist } \ldots\ldots \text{ a.)}$$

Aus vorstehender Gleichung lässt sich aber auch durch Rechnung zeigen, dass, wenn zwei Körper für h, p und q

gleiche Werthe erhalten, im inneren Leitungsvermögen derselben (k und k_1) zu einander sich verhalten, wie die Quadrate derjenigen Entfernungen (x und x_1), in welchen sie bei einseitiger Erwärmung durch dieselbe Quelle gleiche Temperaturen annehmen.

$$k : k = x^2 : x_1^2 \ldots\ldots\ldots \text{b.)}$$

Biot,[1]) Langberg,[2]) Wiedemann und Franz[3]) bedienten sich der ersten der beiden zuletzt angeführten Gleichungen. Sie gaben dem zu untersuchenden Material die Form eines Stabes und erwärmten denselben an einem Ende bis zum Eintritt des stationären Zustandes. Mit Hilfe von Thermometern oder Thermoëlementen wurden die Grössen t, t_1 und t_2 direct beobachtet und die für verschiedene Leiter gefundenen Werthe $\frac{t + t_2}{t_1}$ mit einander verglichen.

Auf demselben Wege fanden Despretz[4]) und Paalzow[5]) die innere Wärmeleitung von Flüssigkeiten, indem sie dieselben in cylindrische Behälter füllten und von oben her so lange erwärmten, bis der stationäre Zustand eintrat.

Ingenhouss[6]) benutzte die zweite Gleichung. Er überzog Stäbe von verschiedenem Material, aber derselben Dicke mit Wachs, befestigte sie an der Seitenfläche eines mit siedendem Wasser gefüllten Metallkastens und beobachtete die Entfernungen (x und x_1), bis zu welchen das Wachs auf den verschiedenen Stäben schmolz.

Alle diese Methoden, die Wärmeleitung zu bestimmen, die sich von der Biot'schen Differentialgleichung herleiten, leiden an dem Fehler, dass sie nur das Verhältniss von k zu der unbekannten und an sich veränderlichen Grösse h und also nur relative Werthe geben.

Es ist daher ein grosses Verdienst, das sich Ångström[7])

---

1) A. a. O.
2) Poggend. Ann. Bd. LXVI.
3) Ebenda Bd. LXXXIX.
4) Annales de chim. et de phys. T. LXXI. 1839. p. 206.
5) Poggend. Ann. Bd. CXXXIV. S. 618.
6) Journal de phys. T. XXXIV.
7) Poggend. Ann. Bd. CXIV. S. 513.

und Neumann erworben haben, indem sie das innere Leitungsvermögen durch absolute Zahlen auszudrücken gelehrt haben.

Sie bestimmen *k* durch diejenige Wärmemenge in Calorien, welche in der Zeiteinheit die Einheit der Masse der leitenden Substanz durchströmt, wenn die Temperaturdifferenz der beiden diese Masseneinheit begrenzenden Flächen, zwischen denen der Wärmeaustausch stattfindet, gleich 1 Grad Cels. ist.

Die Methode Ångström's ist von ihm selbst zur Bestimmung der Wärmeleitung einiger Metalle[1]) und von Lundquist[2]) auch einiger Flüssigkeiten verwerthet worden. Der berühmte Königsberger Physiker behält sich die Theorie seiner Methode bekannt zu machen noch vor.[3]) Ich verdanke die Bekanntschaft mit der letzteren der persönlichen Mittheilung des hochverehrten Erfinders und spreche ihm meinen wärmsten Dank aus, sowol für die gütige Erlaubniss, mich derselben vor ihrer Veröffentlichung zu bedienen, als auch für die Mittheilung reicher Erfahrungen über sie, die mir deren Ausführung sehr wesentlich erleichtert haben.

Was das Verfahren Neumann's vor allen übrigen auszeichnet, das ist der Umstand, dass es nicht aus den Temperaturen des stationären Zustandes, sondern aus der Folge von Temperaturänderungen das Leitungsvermögen der Körper erkennen lässt. Die Temperaturänderungen aber ergeben sich aus den beiden Curven, in welchen die Abkühlung einerseits des Mittelpunktes, andererseits der Oberfläche der zu untersuchenden Körper erfolgt, wenn sie nach gleichmässiger Erwärmung in eine kalte Umgebung versetzt werden.

Man gibt den Körpern die Gestalt eines Würfels und beobachtet direct mit Hilfe von Thermoëlementen oder regulirten

1) Poggend. Annal. Bd. CXIV. S. 513.

2) Upsala Universitets Arsskrift. 1869.

3) Sie ist nur nach einer brieflichen Mittheilung des Erfinders kurz von Radau im Extrait du Cosmos, Mars 1862, referirt: — Recherches modernes sur la conductibilité calorifique.

Thermometern in bestimmten Zeitintervallen den Gang der Temperaturen im Mittelpunkt derselben und an einem Punkt ihrer Oberfläche. Zur Berechnung der Leitung werden erst diejenigen Temperaturen der beiden Curven verwendet, welche in ihrem Sinken eine gewisse Regelmässigkeit zeigen; und diese Regelmässigkeit äussert sich darin, dass aufeinanderfolgende Temperaturen gleiche Quotienten erhalten, also geometrische Reihen darstellen.

Sind diese Forderungen erfüllt, dann gilt nach Neumann die folgende Gleichung:

$$\frac{k}{c \cdot \Delta} = \frac{a^2 \, log. \, nat. \left(\frac{\tau_{m+1}}{\tau_m}\right)}{T \cdot 12 \cdot \left(arc \cos. \left(\frac{\vartheta}{\tau}\right)\right)^2},$$

worin τ_{m+1} und τ_m zwei aufeinander folgende Temperaturen des Mittelpunktes in der geometrischen Reihe sind und T das Zeitintervall in Minuten bedeutet, das zwischen diesen beiden Temperaturen verflossen ist. ϑ ist die Temperatur der Oberfläche zu derjenigen Zeit, zu welcher im Centrum des Würfels die Temperatur τ_{m+1} herrscht, a die Kante des Würfels in Pariser Linien, c die specifische Wärme und Δ die Dichte der leitenden Substanz.

In dieser Gleichnng giebt k diejenige Würmemenge in Calorien an, welche durch einen Cubikzoll der leitenden Substanz bei einer Differenz seiner beiden Grenzflächen von 1° Cels während 1 Minute hindurchgeht, und jede Calorie entspricht hier derjenigen Wärmegrösse, welche 1·0 Gr. Wasser um 1° Cels. in seiner Temperatur erhöht.

Um den Werth für k statt auf Cubikzoll auf die jetzt mehr gebräuchliche Maasseinheit zurückzuführen, multiplicire ich den Bruch rechts noch mit $0{\cdot}2258^2$ (1 Linie gleich 0·2258 Cm.) — Die Gleichung lautet dann:

$$\frac{k}{c \cdot \Delta} = \frac{a^2 \, log. \, nat. \left(\frac{\tau_{m+1}}{\tau_m}\right) \cdot 0{\cdot}2258^2}{T \cdot 12 \left(arc \cos. \left(\frac{\vartheta}{\tau}\right)\right)^2}.$$

Hier ist k diejenige Wärmemenge, welche Einen Cubik-

centimeter der leitenden Substanz in einer Minute unter den angeführten Bedingungen durchströmt.

III. Zur Feststellung der Wärmeleitung des Muskels wurde reine und frische Muskelsubstanz vom Rind benutzt. Nachdem sie von Bindegewebe und Fett sorgfältig befreit worden war, wurde sie in grossen Stücken in einen würfelförmigen Behälter von sehr dünnem, an der Aussenseite blank polirtem Blech gefüllt und mittels eines Einschiebedeckels von demselben Metall in ihm verschlossen. Genau im Mittelpunkt sowohl des Deckels als einer Seitenfläche des Würfels befanden sich kleine, runde, zur Aufnahme von Thermometern bestimmte Oeffnungen. Durch den Deckel wurde die feine cylindrische Spindel des einen Thermometers bis zum vorher festgestellten Centrum des Würfelinhaltes fortgeführt, während die Spindel des zweiten, seitlich angebrachten Thermometers nur soweit in den Muskel eindrang, dass ihr Quecksilberbehälter gerade von ihm bedeckt wurde. Der ganze Apparat ruhte auf dünnen Glasfüssen, die ihn von seiner Unterlage isolirten. Zur Erwärmung wurde er in einen grossen parallelepipedischen Kasten mit doppelter Wand versetzt, deren Zwischenraum mit warmem und durch Gasflammen auf möglichst constanter Temperatur erhaltenen Wasser gefüllt war. Der Wärmeraum erhielt Temperaturen von 30 bis 32° Cels., und der Muskel musste denselben in der Regel 15 Stunden und mehr überlassen werden, bis er bei den angewandten Mengen im Centrum und an der Oberfläche gleiche Temperaturen erreichte. War diese gleichmässige Erwärmung des Muskels eingetreten, so wurde er schnell in ein isolirt gelegenes kaltes Zimmer gebracht, das vor Erschütterungen und gröberen Luftströmungen hinreichend geschützt war und dessen Temperaturen während meiner im Laufe der strengsten Kälte des Ostpreussischen Winters ausgeführten Bestimmungen nur + 2° bis + 4° Cels. betrugen.

An der Oberfläche begann nun die Temperatur des Muskels sofort zu fallen. Ehe das Gleiche im Mittelpunkt geschah,

verliefen mehrere Stunden. Erst nach Ablauf derselben konnten die Beobachtungen ihren Anfang nehmen. Mit dem Beginn derselben wurde vor den Apparat ein grosser Schirm geschoben, damit die vom Beobachter ausgestrahlte Wärme auf den Gang der Temperaturen nicht störend einwirkte.

Wegen des ausserordentlich trägen Abfalls, der dann folgte, konnten die Thermometer nur in Pausen von 5 bis 10 Minuten abgelesen werden; die Beobachtungen selbst mussten in Folge dessen auf mehrere Stunden ausgedehnt werden. Die grossen Wärmemengen, die während dieser Zeit den Apparat verliessen, regulirten sich durch Luftströmungen so vollständig von selbst, dass die Temperatur in nächster Umgebung des sich abkühlenden Muskels kaum erwähnenswerthe Schwankungen während der ganzen Dauer der Versuche zeigte. Es ist dies ein hoch anzuschlagender Vortheil der Methode Neumann's, da die Regulation der Umgebung auf andere Weise nur selten so vollkommen fehlerfrei und leicht gelingt.[1])

Die Bestimmungen wurden zur Controle der Resultate mit zwei Würfeln von verschiedenen Dimensionen ausgeführt. Der eine von ihnen hatte eine Kante von 56, der andere von 81 Pariser Linien. Daher betrugen die Muskelmassen, an denen das Leitungsvermögen geprüft wurde:
175616 Cub.-Lin., gleich 101·6 C-Zoll oder 2021·2 C.-Cm. und
531441 Cub.-Lin., gleich 307·5 C.-Zoll oder 6116·9 C.-Cm.

Für $\frac{k}{c \cdot \Delta}$ lehrten die Versuche folgende Werthe kennen:

1) Vrgl. beispielsweise die grossen Schwierigkeiten, mit denen Winkelmann (Poggend.'s Annal. Bd. CLIII. S. 489.) bei seinen Bestimmungen der Wärmeleitung von Flüssigkeiten zu kämpfen hatte, die er nach einer zuerst von Stefan (Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der Akad. der Wissenschaften zu Wien. 1872. S. 45.) angegebenen Methode vollführte.

Temperatur der Umgebung + 2·3° Cels.
$a = 56$ Lin. $T = 9$ Min.

	Temperaturen: Mittelpunkt $\tau m + 1$ u. τm.	Temperaturen: Quotienten.	Temperaturen: Oberfläche. (ϑ)	Quotienten.	Log. nat. $\left(\frac{\tau m+1}{\tau m}\right)$	Arc cos$\left(\frac{\vartheta}{\tau}\right)$	$\frac{k}{c \cdot \Delta}$ für 1 C.-Zoll.	$\frac{k}{c \cdot \Delta}$ für 1 C.-Cm.
	Grad Cels.		Grad Cels.					
1	20·415 [1])		16·93		0·01034	0·59294	0·854	0·0435
		1·0104		0·8293				
2	20·205		16·6		0·00895	0·60658	0·757	0·0386
		1·0090		0·8216				
3	20·025		16·2		0 01312	0·62681	0·970	0·0495
		1·0132		0·8099				
4	19.765		15·9		0·01370	0·63596	0·983	0·0501
		1·0138		0·8045				
5	19·495		15·6		0·01420	0·64317	0·997	0·0508
		1·0143		0·8002				
6	19·22		15·2		0·01676	0.65868	1·121	0·0571
		1·0169		0·7908				
7	18·900		14·9		0·01763	0·66259	1·171	0·0597
		1·0178		0·7884				
8	18·57		14·6		0·01655	0·66616	1·090	0 0556
		1·0167		0.7862				
9	18·265		14·3		0·01733	0·67148	1·116	0·0569
		1·0175		0·7829				
10	17·95		14·08		0·01715	0 66907	1·126	0·0574
		1·0173		0·7844				
11	17·645		13 8		0·01941	0·67277	1·245	0·0635
		1·0196		0·7821				
12	17·305		13·55		0·01802	0·67132	1·161	0·0592
		1·0182		0·7830				
13	16·995		13·3		0·01989	0·66923	1·290	0·0658
		1·0201		0·7843				
14	16·66		13·01		0·01881	0·67469	1·200	0·0612
		1·0190		0·7809				
15	16·35		12·8		0·01853	0·67148	1·193	0·0608
		1·0187		0·7829				
16	16·05		12·6			0·66810		
				0·7850				

1) In vorstehender Versuchsreihe sind die Temperaturen des Centrums nicht gleichzeitig mit denen der Oberfläche beobachtet worden. Sie wurden für die Zeiten, die für die andern gelten, berechnet. Daher die dritte Decimale.

Temperatur der Umgebung 3·7 — 4·0°.
$a = 81$ Lin.; $T = 10$ Min.

	Temperaturen:						$\frac{k}{c \cdot \Delta}$	
	Mittelpunkt. (r_{m+1} u. r_m.)	Quotienten.	Oberfläche. (ϑ).	Quotienten.	Log. nat. $\left(\frac{r_{m+1}}{r_m}\right)$	Arc cos. $\left(\frac{\vartheta}{r}\right)$	für 1 C.-Zoll.	für 1 Cub.-Cm.
	Grad Cels.		Grad Cels.					
1	25·49	1·0099	18·85	0·73950	0·00985	0·73842	0.988	0·0504
2	25·24	1·0096	18·6	0·73697	0·00955	0·74229	0·948	0·0483
3	25·0	1·0113	18·36	0·73440	0·01123	0·74601	1·103	0·0562
4	24·72	1·0089	18·1	0·73130	0·00886	0·75057	0·860	0·0438
5	24·5	1·0119	17·88	0·73018	0·01192	0·75121	1·155	0·0580
6	24·21	1·0117	17·61	0·72685	0·01163	0·75702	1·110	0·0566
7	23·93	1·0109	17·42	0·72689	0·01093	0·75701	1·043	0·0532
8	23·67	1·0119	17·2	0·72735	0·01192	0·75634	1·125	0·0574
9	23·39	1·0125	17·0	0·72645	0·01241	0·75736	1·183	0·0603
10	23·1	1·0127	16·79	0·72549	0·01262	0·75875	1·199	0·0611
11	22·81	1·0128	16·55	0·72530	0·01282	0·75933	1·216	0·0620
12	22·52	1·0112	16·37	0·72767	0·01123	0·75588	1·075	0·0548
13	22·27	1·0122	16·19	0·72772	0·01213	0·75581	1·161	0·0591
14	22·0	1·0133	15·99	0·72789	0·01321	0·75556	1·265	0·0645
15	21·71	1·0121	15·8	0·72752	0·01213	0·75610	1·160	0·0591
16	21·45		15·6					

Beide Versuchsreihen geben fast vollkommen übereinstimmende Resultate, und in beiden ist der Versuchsfehler ebenfalls nahezu derselbe. In der ersten Reihe ist er gleich 0·0658 − 0·0386 = 0·0272 und in der zweiten gleich 0·0645 − 0·0438 = 0·0207. Obgleich die Hundertelgrade der Celsius'schen Scala bei den Beobachtungen durch Schätzung von mir bestimmt werden mussten, so schien doch die relativ nicht unbeträchtliche Grösse des Fehlers noch auf andere als die unvermeidlichen Fehler der Beobachtung hinzuweisen. Möglicherweise wirkte auch Verdunstung von der Oberfläche des Muskels an den beiden Stellen, wo er dicht an den Thermometern in geringer Ausdehnung frei lag, störend auf den gleichmässigen Abfall der Temperaturen. Es wurden daher in einer neuen Beobachtungsreihe die beiden Oeffnungen des Würfels mittels dünnen Kautschuks verschlossen, der sich den Thermometern dicht anschmiegte und so jedem Wasserverlust von Seiten des Muskels vorbeugte.

Die Resultate erhielten in der That jetzt die grösste Beständigkeit, die man erwarten konnte. (Tab. auf folgend. Seite.)

Da in der letzten Beobachtungsreihe der Versuchsfehler nur noch 0·0573 − 0·0476 = 0·0097 beträgt, so verdienen ihre Resultate vor denen der ersteren den Vorzug. Der mittlere Werth (x) für $\frac{k}{c \cdot \Delta}$ nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den Grössen der letzten Reihe berechnet, — ist demnach, wenn mit f der Fehler der Beobachtung bezeichnet wird,

$$S(f^2) = (x - 0{\cdot}0500)^2 + (x - 0{\cdot}0476)^2 + (x - 0{\cdot}0517)^2 + \ldots .$$

$$d(S(f^2)) = 2(x - 0{\cdot}0500)\, d(x) + 2(x - 0{\cdot}0476)\, d(x) + 2(x - 0{\cdot}0517)\, d(x) + \ldots\ldots\ldots$$

Für $S(f)^2$ gleich einem Minimum, wird der erste Differentialquotient gleich Null. Daher

$$0 = 2\big(16x - (0{\cdot}0500 + 0{\cdot}0476 + 0{\cdot}0517 + \ldots)\big) = 2\big(16x - 0{\cdot}8525\big) \text{ und}$$

$$x = \mathbf{0{\cdot}0527}.$$

Einer weiteren Correctur bedarf der für $\frac{k}{c \cdot \Delta}$ gefundene Werth nicht, da die Minuten, nach denen die Beobachtungen geschahen, astronomische waren.

Es konnten somit c und Δ bestimmt werden.

3. Temperatur der Umgebung 4·3 — 4·6° Cels.
$a = 56$ Lin., $T = 5$ Min.

	Temperaturen. Mittelpunkt. (τ_{m+1} u. τ_m).	Quotienten.	Oberfläche. (ϑ).	Quotienten.	Log. nat. $\left(\frac{\tau_{m+1}}{\tau_m}\right)$	Arc cos. $\left(\frac{\vartheta}{\tau}\right)$	$\frac{k}{c \cdot \Delta}$ für 1 C.-Zoll	$\frac{k}{c \cdot \Delta}$ für 1 Cub.-Cm.
	Grad Cels.		Grad Cels.					
1	20·3		15·2		0·00985	0·72469	0·980	**0·0500**
		1·0099		0,7487				
2	20·1		15·02		0·00944	0·72695	0·933	**0·0476**
		1·0095		0·7472				
3	19·91		14·9		0·01004	0·72530	1·013	**0·0517**
		1·0101		0·7483				
4	19·71		14·75		0·00964	0·72530	0·957	**0·0488**
		1·0097		0·7483				
5	19·52		14·6		0·01024	0·72589	1·015	**0·0518**
		1·0103		0·7479				
6	19·32		14·45		0·01084	0·72589	1·075	**0·0548**
		1·0109		0·7479				
7	19·11		14·3		0·00994	0·72553	0·986	**0·0503**
		1·0100		0·7482				
8	18·92		14·18		0·01054	0·72363	1·052	**0·0536**
		1·0106		0·7494				
9	18·72		14·03		0·01123	0·72363	1·120	**0·0571**
		1·0113		0·7494				
10	18·51		13·9		0·01082	0·72137	1·086	**0·0554**
		1·0109		0·7509				
11	18·31		13·75		0·01093	0·72137	1·097	**0·0559**
		1·0110		0·7509				
12	18·11		13·61		0·01054	0.72045	1·061	**0·0541**
		1.0106		0·7515				
13	17·92		13·5		0·01102	0·71589	1·123	**0·0573**
		1·0112		0·7533				
14	17·72		13·4		0·01073	0·71331	1·102	**0·0562**
		1·0108		0·7562				
15	17·53		13·27		0·01084	0·71421	1·110	**0·0566**
		1·0109		0·7558				
16	17·34		13·12		0·01033	0·71269	1·062	**0·0513**
		1·0104		0·7566				
17	17·16		13·01					

Δ wurde aus dem Gewichtsverlust des unversehrten Muskels in einer Flüssigkeit von bekannter Dichte berechnet. Zur Vermeidung der Imbibition von Seiten des Muskels nahm ich die Wägungen in Baumöl vor. Das picnometrisch festgestellte Gewicht desselben verhielt sich zu dem des destillirten Wassers, für gleiche Temperaturen berechnet, wie 25·249 : 27·574. Das specifische Gewicht des Oeles war also gleich 0·915.

Die Wägungen ergaben:

	Gewicht des Muskels.	Gewichtsverlust in Oel.	Relatv. Dichte des Muskels.
	Gr.	Gr.	
1	3·979	3·409	1·167
2	5·455	4·680	1·165
3	8·210	7·060	1·162
4	31·450	27·045	1·162
5	31·700	27·280	1·162
6	32·300	27·850	1·159

Aus den angeführten Zahlen folgt als mittlerer Werth für die relative Dichte des Muskels 1·1628. Die absolute Dichte desselben ist daher

$$\Delta = 1{\cdot}1628 \cdot 0{\cdot}915 = 1{\cdot}0640.$$

Für die specifische Wärme gab die Eisschmelzungsmethode von La Place und Lavoisier[1]) sehr unbeständige und wenig verlässliche Resultate. Daher wurde zunächst die Wärmecapacität des Muskels nach dem Princip von Mayer[2]) und Dulong und Petit[3]) aus den Zeiten berechnet, in welchen Wasser und im Vergleich zu diesem Muskelsubstanz in denselben verschlossenen Kapseln von Glas oder polirtem Metall unter gleichen Bedingungen um eine gewisse Anzahl von Graden sich abkühlten. Den hohen Werthen, welche ich auf diese

1) Mémoires de l'Acad. royale de Par. 1780, p. 355.

2) Gesetze und Modificationen des Wärmestoffes. Erlangen, 1796.

3) Annales de Chim. et de Phys. Tome X.

Weise für c erhielt, war ich anfangs Vertrauen beizumessen geneigt. Doch verdienen sie, wie ich mich später überzeugt habe, dasselbe nicht, da die zuletzt erwähnte Methode das Leitungsvermögen der Körper vernachlässigt und daher fehlerhaft wird bei Stoffen von so eminent schlechter Leitung, wie es der Muskel ist. Die einfachste Methode, die der Mischung, zu der ich schliesslich meine Zuflucht nahm, erwies sich auch hier als die beste.

Zwei wichtige Aufgaben waren vor Allem zu erfüllen, um sie brauchbar zu machen. Die Muskelsubstanz musste auf die für die Bestimmungen erforderlichen Temperaturen erwärmt werden, ohne von ihrem normalen Wassergehalt die geringste Einbusse zu erleiden; und der Temperaturenausgleich zwischen dem Muskel und dem Wasser des Calorimeters hatte in kürzester Zeit zu erfolgen, d. h. die Fehler der schlechten Leitung des Muskels waren zu eliminiren. Bei der Anwendung schon von wenigen Grammen compacter Muskelsubstanz war die letzte der beiden Forderungen bereits unerfüllbar. Beides liess sich auf folgende Weise erreichen.

Eine kleine Menge frischer Muskelsubstanz wurde durch Wiegemesser schnell und fein zerkleinert, in ein cylindrisches mit gut anschliessendem Spritzenstempel versehenes Gefäss von dickem Glas und geringem Inhalt locker gefüllt und mittels eines leicht zu handhabenden Stöpsels in demselben verschlossen. In einer centralen Bohrung des Stöpsels sass ein Thermometer mit sehr feinem cylindrischen Quecksilbergefäss, das bis in die Mitte der zerkleinerten Muskelmasse reichte und deren Temperaturen angab. Gefäss sammt wohl verschlossenem und vor Verdunstung geschütztem Inhalt wurde gewogen und in dem früher beschriebenen Wärmeraum auf Temperaturen bei 30° Cels. erwärmt. Blieben dieselben constant, so wurde das Glasgefäss schnell aus dem Wärmeraum genommen und in wenigen Augenblicken seines Verschlusses und durch einen Druck auf den Stempel auch seines Inhalts entledigt. Derselbe fiel in das durch unausgesetztes Rühren auf einer gleichmässigen Temperatur erhaltene kalte Wasser des Calorimeter und wurde hier durch Rührer schnell vertheilt. Kaum mehr als eine halbe

Minute verlief, bis das Calorimeter die höchste Temperatur erreicht hatte und dann wieder zu sinken begann, — bis also der Temperaturausgleich zwischen Wasser und Muskel erfolgt war. Die Imbilition des zerkleinerten Muskels mit Wasser konnte nicht als die Versuche störend angesehen werden, da nach den Erfahrungen Pouillet's[1]) nur die Imbibition vollkommen trockener organischer Substanz mit bemerkenswerther Wärmeentwickelung einhergeht. Der Gewichtsverlust des Muskelbehälters nach der Entleerung gab die Menge der verwendeten Muskelmasse an, während dem Calorimeter vor jeder Bestimmung hundert Cubikcentimeter destillirten Wassers zugemessen waren, deren Gewicht — bei + 4° = 100·0 Gr. — unter Berücksichtigung ihrer anfänglichen Temperatur und derjenigen Zahlen berechnet wurde, welche Kopp[2]) für die Ausdehnung des Wassers, das Volumen desselben bei 0° gleich 1 gesetzt, gefunden hat.

Erwärmt ein Körper von der Masse m und der Temperatur τ ein Wasserquantum gleich w von der Temperatur t auf die Temperatur ϑ, während er selbst sich auf ϑ abkühlt, so ist seine specifische Wärme c, wenn die des Wassers durch 1 ausgedrückt ist durch die Gleichung,

$$c = \frac{w(\vartheta - t)}{m(\tau - \vartheta)} \text{ bezeichnet.}$$

Der so berechnete Werth für c bedarf indessen noch einer Correctur, da ein Theil der Wärme dem Wasser durch die Wandungen des Calorimeters, durch den Rührer und das im Calorimeter enthaltene Thermometer entzogen wird. Calorimeter und Rührer bestanden durchweg aus dickem Glas und repräsentirten ein Gewicht von 369·7 Gr.; das Thermometer wog 24·5 Gr. Dass diese ganze, die Wärme schlecht leitende Masse während der kurzen Dauer der Mischung die Temperatur des durch den Muskel erwärmten Wassers angenommen haben sollte, schien von vornherein unwahrscheinlich. Die von ihr aufgenommene Wärmemenge wurde daher vorläufig ver-

1) Ann. de Chim. et de Phys. T. VIII. p. 233.

2) Vgl. Eisenlohr: Lehrb. der Phys. 1863. S. 418.

nachlässigt und später besonders bestimmt. Zunächst wurde nur die genau nachweisbare Temperaturerhöhung des Wassers und des im Thermometer enthaltenen Queeksilbers berücksichtigt. Ein Wachsabdruck des Quecksilberreservoirs liess leicht den Inhalt desselben feststellen, aus dem sich ein Gehalt von 3·0 Gr. Quecksilber ergab. Da Quecksilber nach Regnault[1]) eine Wärmecapacität von 0·0333 besitzt, so enthält also die folgende Tabelle die für

$$c = \frac{(w + 3 \cdot 0{\cdot}0333)(\vartheta - t)}{m(\tau - \vartheta)}$$

gefundenen Werthe.

	Muskel:		Wasser:		ϑ	c
	m	τ	w	t		
	Gr.	Grad Cels.	100 Cc. v. Gr.	Gr. Cels.	Gr. Cels.	
1	16·023	29·8	15·88° = 99·914	16·55	17.85	0·679
2	17·755	29·1	16·8 ° = 99 899	16·6	18·0	0·710
3	17·651	29·6	16·8 ° = 99·899	17·2	18·6	0·721
4	17·705	29·9	17·7 ° = 99·882	17·7	18·99	0·708
5	17·869	29·9	17·7 ° = 99·882	18·1	19.4	0·693
6	17·787	30·0	17·2 ° = 99·899	17·2	18·65	0·718
7	16·400	29·7	17·0 ° = 99·899	16·8	18·1	0·683
8	16·270	30·1	16 7 ° = 99·899	16·6	17·9	0·655
9	15·505	28·3	16·5 ° = 99·907	16·2	17·35	0·677
10	17·497	29·2	16·5 ° = 99·907	16·4	17·8	0·652

Aus den festgestellten Grössen folgt, dass

$$S(f)^2 = (c - 0{\cdot}679)^2 + (c - 0{\cdot}710)^2 + \ldots\ldots$$

$$\frac{d(S(f^2))}{d(c)} = 0 = 2(10c - 6{\cdot}896) \text{ und}$$

$$c = 0{\cdot}6896 \text{ ist.}$$

Wie bereits erwähnt worden ist, entspricht diese Zahl der wahren specifischen Wärme des Muskels noch nicht und bedarf vielmehr noch einer Correctur. Denn ein Theil der vom Muskel abgegebenen Wärme ist an das Calorimeter selbst verloren gegangen. Um diesen Verlust genau festzustellen, wiederholte ich die eben angeführten Bestimmungen unter vollkommen gleichen Verhältnissen an Stelle des Muskels mit

1) Recherches sur la chaleur spécifique des corps. — (Annales de chim. et de phys. Tome LXXIII. p. 64. — 1840.)

Wasser. Dasselbe wurde wie der Muskel in einem passenden, gut verschlossenen und einen Thermometer bergenden Glasgefäss auf Temperaturen von ungefähr 30° Cels. erwärmt und dann mit dem kälteren Wasser des Calorimeters gemischt. Wurde nun ebenfalls nur die Temperaturerhöhung des Wassers und die des Quecksilbers im Calorimeter berücksichtigt, so musste sich für die Wärmecapacität des zugemischten Wassers ein Werth ergeben, der genau um eine Grösse kleiner war als Eins, welche dem gesuchten Wärmeverlust entsprach; — und es musste sich offenbar dieser Werth zu Eins verhalten, wie die für c gefundene Zahl zu der wahren Wärmecapacität des Muskels.

Die auf diese Weise mit Wasser angestellten Versuche hatten folgende Ergebnisse:

	Zugemischtes Wasser.		Wasser im Calorimeter.		ϑ	c_1
	m	τ	w	t		
	Gr.	Grad Cels.	100 Cc. v.	Grad	Grad	
1	10·001	31·8	15·5 ° = 99·935	15·76	17·05	**0·875**
2	8·319	40·6	16·15° = 99·914	16·28	17·90	**0·858**
3	9·170	30·2	16·0 ° = 99·914	16·20	17·30	**0·930**
4	10·062	33·0	15·9 ° = 99·914	16·20	17.59	**0·896**
5	7·620	36·0	16·2 ° = 99·914	16·6	17·89	**0·920**
6	12·998	34·0	16·8 ° = 99·899	17·19	18·95	**0·900**

Statt Eins gab also die Mischung für die specifische Wärme des Wassers die Zahl 0·8965, — Mittel aus den gefundenen Grössen für c_1; — die Wärmecapacität des Muskels ist daher

$$c = \frac{0{\cdot}6896}{0{\cdot}8965} = \mathbf{0{\cdot}7692}.\ ^{1)}$$

1) Die Annahme der Autoren, die specifische Wärme der „Körpersubstanz“ sei gleich 0·8 – 0·85 oder gar gleich 1, trifft also nicht ganz das Richtige. Schon der alte Crawford, auf den man sich häufig beruft, fand die Wärmecapacität des „Rindfleisches“ gleich 0·7400. (Versuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere und die Entzündung der verbrennlichen Körper in Elliot's physiolog. Beob. über die Sinne u. s. w. Leipzig. 1785. S. 381).

Werden die für c und Δ festgestellten Werthe in die Gleichung für $\frac{k}{c \cdot \Delta}$ eingesetzt, dann ergibt sich, dass das innere Leitungsvermögen des Muskels

$$k = 0{\cdot}7692 \cdot 1{\cdot}0640 \cdot 0{\cdot}0527$$
$$0{\cdot}0431 \quad \text{sein muss.}$$

Durch einen Muskelwürfel von 1 Cm. Kante strömen in einer Minute 0·0431 Calorien in der Richtung zweier Flächen hindurch, die um 1° Cels. in ihrer Temperatur von einander abweichen.

IV. Zur Würdigung des eben erhaltenen Resultates mag dasselbe mit dem bereits bekannten und auf die gleichen absoluten Maasse bezogenen inneren Leitungsvermögen einiger anderer Körper verglichen werden.

Es ist k nach Neumann[1]) für Kupfer gleich 66.48,
nach Lundquist[2]) für Wasser gleich 0 0933,
(nach Winkelmann[3]) für Wasser gleich 0·0924,)
nach Stefan[4]) für Luft gleich 0·0033.

Der Muskel leitet also
1542mal schlechter als Kupfer, 2mal schlechter als Wasser und nur 13mal besser als Luft.

In einer Reihe relativer Wärmeleitungsfähigkeiten, in denen Kupfer durch 1000 bezeichnet ist, würde also
das Wasser die Zahl 1·4, der Muskel 0·6
und die Luft 0·05
erhalten.

Die Despretz'sche Reihe[5]), in der die relative Wärmelei-

---

1) Radau: a. a. O. p. 2.
2) Upsala Universitäts Arsskrift. 1869.
3) Poggend. Ann. Bd. CLIII S. 496.
4) Sitzungsberichte der mathem.-naturwiss. Classe der Wiener Akad. der Wissensch. 1872. S. 68.
5) Wüllner: Lehrb. der Experimentalphysik. Bd. II. S. 426. Lpzg. 1865.

tung des Kupfers gleich 1000 gesetzt ist, gibt für Wasser die viel zu hohe Zahl 9 an.

Gewiss ist es von höchster Wichtigkeit und Bedeutung für die Wärmeökonomie des Thieres, dass die Muskulatur in ihrem Wärmeleitungsvermögen die Stellung zwischen Wasser und Luft einnimmt und so die Continuität jener Reihe stört, in der doch im Allgemeinen der Aggregatzustand der Körper die Aufeinanderfolge der Glieder bestimmt. Ein bekanntes Experiment, die ausserordentliche Schlechtigkeit der Wärmeleitung im Wasser zu demonstriren, besteht darin, dass man ein Reagensglas mit einem Stückchen Eis versieht, dann mit Wasser füllt und die oberen Schichten des letztern erwärmt. Im obern Theil der Röhre kann das Wasser sieden, ohne dass das am Boden festsitzende Eis zu schmelzen anfängt. Welch ungeheure, ja unter gewöhnlichen Verhältnissen unbesiegbare Widerstandsfähigkeit gegen die Temperatureinflüsse muss nun die Muskulatur dem thierischen Organismus verleihen, wenn ihre Fähigkeit, die Wärme schlecht zu leiten, noch einmal so gross ist als die des Wassers!

Ein Zahlenbeispiel wird die durch die schlechte Leitung der Muskulatur repräsentirte Schutzkraft des Thierkörpers vielleicht noch schärfer präcisiren.

Wenn die oberflächlichen Schichten eines stehenden Wassers, das auf eine Temperatur von + 4° Cels. gesunken ist, sich weiter abkühlen, dann werden sie leichter als die tiefern und sind daher die ersten, welche zu Eis erstarren. Saalschütz[1]) hat sich nun die Aufgabe gestellt, die Dicke der Eisschicht wenigstens annähernd zu berechnen, wie sie sich unter der Einwirkung bestimmter niedriger Kältegrade der Umgebung bildet. Er hat gefunden, dass, wenn beispielsweise die Ober-

1) Ueber die Wärmeveränderungen in den höheren Erdschichten unter dem Einfluss des nicht-periodischen Temperaturwechsels an der Oberfläche. Separatabdruck aus den „Astronomischen Nachrichten". Altona, 1861. S. 17.

fläche des Wassers constant einer Temperatur von — 15° R. (= — 18·75° Cels.) ausgesetzt ist, die Eisschicht im Laufe von

1 Tag 13·325 Cm., von 2 Tagen 18·850 Cm.,
von 3 Tagen 23·075 Cm.

dick wird.

Die Gleichung, der er sich zur Feststellung dieser Werthe bedient hat, lehrt, dass dieselben der Wärmeleitung des Eises direct proportional sind. Neumann[2]) hat mit Hilfe seiner Methode für Eis die Grösse *k* gleich 0·312 gefunden. Besässe also das Eis das Wärmeleitungsvermögen des Muskels, so würde es bei derselben Kälte im Laufe von

1 Tag nicht eine Stärke von 13·325 Cm., sondern nur von 1·84 Cm.,
2 Tagen nicht eine Stärke von 18·850 Cm., sondern nur von 2·64 Cm.,
3 Tagen nicht eine Stärke von 23·075 Cm., sondern nur von 3·19 Cm.

erreicht haben.

Zweifellos liegt in dem histologischen Bau des Muskels der Grund seines eigenthümlichen Unvermögens, die Wärme zu leiten. Rumford[1]) hat bereits gewusst, dass die schlechtesten Wärmeleiter diejenigen Substanzen seien, welche keine homogene Beschaffenheit besässen und sich namentlich aus Fäden aufbauten. Ein wunderbareres Aggregat der allerzartesten Fasern, als es dasjenige ist, aus welchem die Bündel und Stränge des Muskels bestehen, aber hat die Natur wohl kaum geschaffen. Und jedes dieser feinsten Elemente setzt sich noch aus histologisch differenzirter Materie zusammen. Während des Lebens, wo die contractile Substanz des Muskels gegen das Sarkolemm der Primitivbündel als ein flüssiger Inhalt membranöser Hüllen auftritt, muss jene Scheidung eine wo möglich noch grössere sein, als nach dem Tode, wo die Protoplasmen gerinnen, also ebenfalls fest werden. Daraus folgt, dass die Wärmeleitung des lebenden Muskels, wenn nicht schlechter,

---

1) Radau: a. a. O. p. 5.

2) Abhandlungen über die Wärme. Uebers. von Gerhard. Berl. 1805. S. 19 ff.

sicher doch nicht weniger schlecht ist, als die des todten. Auch wird es nicht ohne Bedeutung für die Leitungsvorgänge im lebenden Thier sein, dass sich die Richtung des durch die Gewebe kreisenden Wärmestromes im Allgemeinen mit dem Faserverlauf der Muskulatur kreuzt. Es darf wol nach Analogie der durch de la Rive und de Candolle[1]) und ferner Knoblauch[2]) für die Wärmeleitung in Hölzern festgestellten Thatsache, dass sie parallel den Fasern am besten und in der dazu senkrechten Richtung am schlechtesten sei, um so mehr etwas ähnliches auch für den Muskel angenommen werden, als jene Unterschiede der Leitung besonders dort auffällig werden, wo die Dichte der leitenden Substanz gering ist.[3])

Dass, mit Ausnahme der Knochen, die übrigen Gewebe des Thierkörpers in ihrem Wärmeleitungsvermögen sich wesentlich von denen des Muskels unterscheiden werden, scheint kaum wahrscheinlich. Für die Function der einzelnen Organe mag dieser Umstand von Wichtigkeit sein. Der schlechten Leitung des Muskels aber kann er die hervorragende Bedeutung ihres die Wärmeökonomie des ganzen Organismus allgemein interessirenden Charakters nicht schmälern. Die Masse, Lage und anatomische Ausbreitung der Muskulatur müssen sie ihr sichern. Sehen wir ja doch thatsächlich gerade diejenigen oberflächlich gelegenen Theile des Körpers den Einflüssen der

---

1) Poggend. Annal. Bd. XIV. 1828. S. 590.

2) Ebenda Bd. CV. 1858. S. 623.

3) Zwischen dem Vermögen der festen Körper, die Wärme und demjenigen, die Elektrizität zu leiten, besteht, wie zuerst Neumann und dann Wiedeman und Franz gefunden haben, ein interressantes Gesetz der Proportionalität. Da J. Ranke die elektrische Leitung feuchter Gewebe drei Millionen mal schlechter gefunden hat, als die des Quecksilbers, (Grundzüge der Physiologie des Menschen. Lpzg. 1872. S. 661), so scheint für den Muskel dieses Gesetz nicht zu gelten. Denn er würde unter Voraussetzung desselben in einer Reihe, in welcher Kupfer gleich 100 und Quecksilber gleich 4·66 ist, durch die Zahl 0·065 ausgedrückt sein. Bei Flüssigkeiten sind nach Paalzow (a. a. O.) die Leitungsfähigkeiten für Wärme und Elektrizität einander nicht proportional.

Kälte am leichtesten unterliegen, welche der schützenden Muskellagen entbehren.

Es ist ein fast traditionell gewordenes Dogma, das subcutane Fettgewebe als einen schlechten Wärmeleiter von für die Wärmeprocesse des Thieres allgemeiner Bedeutung anzusehen. Dass die Eigenschaft schlechter Wärmeleitungsfähigkeit auch des Fettgewebes zur Geltung kommen muss, wo die Stärke seiner Entwicklung dazu Veranlassung gibt, wird natürlich einem Zweifel nicht unterliegen können. Aber gerade die grenzenlose Mannichfaltigkeit, der absolute Mangel an einer Einheit in dieser Entwickelung bei allen Thierklassen und bei den einzelnen Individuen einer Classe lehrt auf einen Blick, dass es kein allgemein giltiges Princip der Natur sein kann, jenem Gewebe die angedeutete Rolle primär zu ertheilen. Bei der Concinnität und Präcision, mit der wir allgemeine Gesetze von der Natur in ihrem ganzen Reich durchgeführt zu sehen gewohnt sind, würde es unerklärlich sein, weshalb sie eine gewisse Classe der Multungula in ihren besonderen Schutz genommen und fast das ganze übrige Thierreich dem Zufall der Lebensbedingungen und der individuellen Dispositionen preisgegeben habe.

In der Entwickelung der Muskulatur vermissen wir dagegen jene principielle Einheit nicht. Und ist sie auch Factor einer zweiten wichtigen Function desselben Gewebes, der Arbeitsleistung, so muss doch der Umstand, dass auch diese Function unter Anderem in eminenter Weise ebenfalls dem Zweck der Temperaturbeständigkeit dient[1]), mit guten Gründen für eine Auffassung einstehen, die der Muskulatur eine hervorragende Rolle in der Wärmestatik des Thieres zuertheilt. Mit einiger Sicherheit weist auch der Umstand darauf hin, dass diejenige Thierklasse, an welcher eine schwache Entwickelung der Muskulatur allgemein aufgefallen ist,[2]) allein der Winterkälte schutz-

1) Die Analogien zum Dulong-Petit'schen Gesetz. (A. a. O.)

2) Nasse in Wagner's Handwörterb. der Phys. Bd. V. S. 100, Braunschweig 1853.

los anheim fällt und dadurch jene Depression aller Functionen erleidet, die sich im Bilde des Winterschlafes spiegelt.

Unter den vielen Pfeilern, welche das Gebäude der thierischen Wärme stützen, ragt so die Muskulatur als der mächtigste hervor. Auf Grund bedeutungsvoller physiologischer Leistungen und physikalischer Eigenschaften macht sie die viel bewunderte Temperaturconstanz des Warmblüters einer Deutung zugänglich, welche wesentlich mechanischen Vorgängen für sie eine hervorragende Rolle zutheilt. — Neben ihnen treten die organischen Complicationen klar und scharf hervor, und erweisen sich vorzugsweise als Einrichtungen, die so zu sagen der feineren Einstellung und der Mannichfaltigkeit der Bedürfnisse des Thierlebens dienen. Aber auch jene Vorgänge sichern in ihrer Grossartigkeit dem organischen Leben den Charakter hoher Ueberlegenheit. Stützen sie sich doch zum Theil auch auf physikalische Eigenschaften der Materie, die ausserhalb des Organismus ungewöhnlich sind und in deren Darstellung die Natur ihre Bildungskraft erschöpft hat.

Königsberg, Mai 1875.

Die Sesambeine der menschlichen Hand.

Von

PROF. DR. CHR. AEBY in Bern.

Sesambeine am Daumen gelten, so weit ich die Literatur zu übersehen vermag, allgemein als regelmässige Vorkommnisse. Inwiefern solche aber auch anderen Fingern der Hand, namentlich dem zweiten und fünften, eigen sind, darüber lauten die Angaben ziemlich unbestimmt. Einige Schriftsteller berühren die Frage überhaupt gar nicht und von solchen, die es thun, begnügen sich die einen mit der einfachen Constatirung des Vorkommens von Sesambeinen, ohne die Art derselben genauer zu bezeichnen, während die anderen ein erläuterndes „ausnahmsweise“, „öfters“ oder „hie und da“ beifügen. M. J. Weber ist meines Wissens der Einzige, der es ein „häufiges“ nennt. Es beweisen diese Angaben wohl zur Genüge, dass ihnen kaum eine wirkliche Statistik zu Grunde liegt und dass sie ihre Entstehung mehr gelegentlicher Beobachtung, als einer mit Absicht und Methode durchgeführten Untersuchung zu verdanken haben. Ich selbst theilte die Meinung, dass Sesambeine an der Hand des Menschen ausserhalb des Daumens jedenfalls nur ausnahmsweise gefunden werden, bis mich eine zu andern Zwecken vorgenommene Prüfung der Fingergelenke in Zweifel versetzte, ob die herrschende Ansicht sich wirklich mit den Thatsachen in voller Uebereinstimmung befinde. Ich fühlte mich in Folge davon veranlasst, die Angelegenheit etwas eingehender zu prüfen und auf Grund statistischer Nachweise zum Austrag zu bringen.

Die Methode der Untersuchung war eine sehr einfache. Eine ausgiebige Eröffnung der Gelenke von der Rückseite her genügt, um allfällig vorhandene Sesambeine sofort zu Tage zu

fördern, da sie mit überknorpelter Fläche bis an die Synovialhöhle heranreichen. Ihr wirkliches Fehlen wurde indessen ausnahmslose erst dann angenommen, wenn auch das Einschneiden der bezüglichen Bandmassen weder von Knorpel-, noch von Knochengewebe irgend welche Spuren nachzuweisen vermochte. Aeussere Gründe machten mir möglichste Schonung des Materials zur Pflicht und zwangen mich, meine Nachforschungen auf die Grundgelenke des zweiten und fünften Fingers zu beschränken, als den für die vorliegende Frage jedenfalls wichtigsten.

Meine Erfahrungen erstrecken sich im Ganzen über 71 Extremitäten hiesiger Anatomieleichen. Sesambeine fanden sich an den beiden untersuchten Fingern häufig genug, doch niemals anders als in der Einzahl.[1]) Ebenso ausnahmslos gehörten sie beim zweiten Finger der radialen, beim fünften Finger der ulnaren, also der mit kräftigerer Musculatur ausgestatteten Seite an. Die hierdurch geweckte Erwartung, dass das Dasein von Sesamgebilden überhaupt von dem Entwickelungsgrade der Musculatur abhängig sein möchte, hat sich nicht bestätigt. Wahrhaft herkulische Gestalten von Schmieden, Steinhauern u. s. w. liessen wiederholt jegliche Sesambildung vermissen, während eine solche bei auffällig zart und schwächlich gebauten Individuen in vollster Blüthe stand. Die Grösse der überknorpelten Gelenkfläche betrug von 1—5 Mm. Die höheren Werthe waren die vorherrschenden. Sesamknorpel, räumlich wohl entwickelt, doch noch ohne Verknöcherung, lieferte die Leiche eines fünfjährigen Knaben.

Gruppiren wir zunächst die geprüften Extremitäten nach der Gleichartigkeit ihres Verhaltens, so erhalten wir folgende Uebersicht:

---

1) Ich betone dieses Ergebniss um so mehr, als Quain-Hoffmann (Lehrbuch der Anatomie, Bd. 1, S. 120) diese Sesambeine entweder „einfach oder doppelt" vorkommen lässt. Letzteres Verhalten muss jedenfalls ein sehr seltenes sein.

Zahl der Extremitäten.	Zahl der Sesambeine	
	am Zeigefinger.	am kleinen Finger.
29	29	29
1	1	0
21	0	21
20	0	0
Total 71	30	50

Sesambeine waren somit in 51 (71·8 pCt.) von 71 Fällen vorhanden und fehlten nur in 20 Fällen (28·2 pCt.). Auf die beiden Finger vertheilten sie sich indessen in höchst ungleicher Weise, indem sie dem kleinen Finger 50 mal (70·4 pCt.), dem Zeigefinger dagegen nur 30 mal (42·2 pCt.) zukamen. Sie wurden etwas öfter, nämlich 29 mal (40·9 pCt.), gleichzeitig an beiden Fingern, als nur an dem einen von ihnen, 22 Mal (31 pCt.), nachgewiesen. Auffällig ist im letzteren Falle die Bevorzugung des kleinen Fingers mit 21 Fällen (29 6 pCt.), während für den Zeigefinger ein einziger Fall (1·4 pCt.) in die Schranken tritt. Es steht somit fest, dass für den kleinen Finger das Vorkommen eines ulnaren Sesambeines mit ungefähr zwei Drittheilen aller Fälle Regel, für den Zeigefinger dagegen dasjenige eines radialen Sesambeines mit immerhin mehr als einem Drittheile aller Fälle Ausnahme ist.

Von den 71 Extremitäten war bei 11 Herkommen und Zusammengehörigkeit nicht mehr nachzuweisen. Die 60 anderen ergaben hinsichtlich des Verhaltens der zusammengehörigen Paare folgendes Resultat:

Zahl der Paare.	Sesambeine der einzelnen Hand			
	Rechts		Links	
	Zeigefing.	kl. Fing.	Zeigefing.	kl. Fing.
12	1	1	1	1
9	0	1	0	1
6	0	0	0	0
1	1	0	0	0
2	0	0	0	1

Wir ersehen hieraus, dass in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle, nämlich in 27 (90 pCt.) von 30, das Auftreten der Sesambeine ein streng symmetrisches und nur ausnahmsweise

(in 10 pCt.) ein unsymmetrisches ist. Letzteres betraf in den 3 beobachteten Fällen nur das einseitige Vorkommen an einem einzelgen Finger, während die übrigen völlig leer ausgingen. Am häufigsten (12 mal = 40 pCt.) herrscht Symmetrie bei gleichzeitigem Vorhandensein von Sesambeinen am zweiten und fünften Finger, weniger häufig (9 mal = 30 pCt.), wenn das Sesambein am Zeigefinger ausfällt, am seltensten (6 mal = 20 pCt.), wenn solches auch am kleinen Finger geschieht. Eine Einwirkung des Geschlechts auf die Entwickelung der untersuchten Sesambeine scheint nicht stattzufinden, wenigstens ist es mir, trotzdem mein Augenmerk speciell darauf gerichtet war, nicht gelungen, eine solche nachzuweisen. Offenbar ist es auch nur zufällig, dass von den unsymmetrischen Sesambeinen dasjenige des Zeigefingers rechts, dasjenige des kleinen Fingers links auftrat.



W. Grohmann sc.

Fig. A

Fig. B



Fig. C

Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

jan. 17

1875. No. 3.

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 18—24. Tafel VII—X.

HEFT III.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im November 1875.

Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

Jan. 17

1875. No. 3.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 18—24. Tafel VII—X.

HEFT III.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im November 1875.

Inhalt des dritten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

Beiträge zur zoologischen und zootomischen Kenntniss der sogenannten anthropomorphen Affen.

Von

ROBERT HARTMANN.

(Hierzu Taf. VII. u. VIII.)

Fortsetzung.[1])

Bevor ich hier nach längerer Unterbrechung meine osteologische Beschreibung der im anatomischen Museum zu Berlin befindlichen Schädel des Bam-Chimpanse weiter fortführe, muss ich zunächst eine über denselben Gegenstand erschienene Abhandlung des Prof. Enrico Hillyer Giglioli erwähnen.

Dieser Beobachter[2]) hat zwei aus dem Njam-Njam-Lande stammende Schädel des Bam-Chimpanse, welchen er, wohl nach Aussage seines Landsmannes Piaggia: Manzé-giaruma nennt,[3]) untersucht und zwar dies unter vielfacher Vergleichung mit anderen Chimpanse-, mit Gorilla- und Orang-Schädeln. Diese Arbeit unseres italienischen Collegen zeichnet sich durch Fleiss und Gründlichkeit aus und giebt mir öfter Veranlassung, im Verlaufe dieser meiner eigenen Abhandlung darauf zurückzukommen. Zwei Giglioli's Schrift begleitende lithographirte

1) Vergl. dies Archiv, 1872, S. 107—151, 1873, S. 474—502.

2) Studii craniologici sui Cimpanzé allo scopo speciale di mostrare alcune particolarità presentate dal cranio di un Troglodytes del Sandé (paese dei Niam-Niam), Africa centrale, con alcune note comparative sulla craniologia scimmiesca ad alcune conclusioni intorno al valore della specie tra gli Antropomorfi. (Annali del Museo civico di storia naturale di Genova. Vol. II, Taf. VII, VIII.).

3) Schweinfurth bezeichnet das Thier mit seinem Sandé-Namen „Mandscharuma". Wer sich für die Lebensweise oder Jagd dieses Thieres noch weiter interessirt, findet Material darüber in des oben citirten Reisenden Werke: Im Herzen von Afrika. Reisen und Expeditionen in centralen Aequatorial-Afrika während der Jahre 1868 bis 1871. Deutsche Ausgabe. Leipzig, 1874, II, 12. Capitel.

Tafeln zeigen uns Ansichten der von ihm besprochenen Manǵarûma- und Chimpanse-Schädel (Troglodytes niger) in der Norma facialis, verticalis und basilaris. Unser Fachgenosse glaubt den Bam oder Manǵarûma als besondere Art, als Troglodytes Schweinfurthii vom Tr. niger abtrennen zu müssen. Er glaubt, das Njam-Njamland berge zwei Chimpanse-Formen nebeneinander. Diese Ansicht werde ich weiterhin discutiren. Ueber Giglioli's etwas kühne Ideen hinsichtlich des „Pitecomorfismo" der Akka, Obongo und Buschmänner Afrikas, welche unser Verfasser bei etwaiger Kenntnissnahme der neuesten Arbeiten über diese kleinen Rassen und die Babongo Loango's sicherlich modificirt haben würde, muss ich mich an einem anderen Orte aussprechen.

In D. Livingstone's[1]) hinterlassenen Tagebüchern wird der, Manyema in Südcentralafrika bewohnenden Soko's und ihrer Jagd erwähnt, welche Thiere der Reisende für Gorillas gehalten hatte. Die beigefügte Beschreibung und die zwar rohe, aber doch erkennbare Zeichnung des Soko deuten dagegen auf Chimpanses.

Vielleicht ist dies diejenige grosse Affenart, von welcher wir, Barnim und ich, in Ost-Sudan so mancherlei Fabeln gehört.[2]) Es möchte Obiges auch auf den Godja der mehr küstenwärts gelegenen Länder Ostafrikas passen.[3])

Endlich will ich nicht unerwähnt lassen, dass während der in der Veröffentlichung meiner Arbeiten über die Osteologie der Chimpanses eingetretenen Pause sich das mir zu Gebote stehende Material sehr wesentlich vermehrt hat. Nicht nur konnte ich inzwischen Gelegenheit nehmen, mehrere jüngere Chimpanses und Orangs zu zergliedern, sondern es sind nunmehr auch neue interessante, selbst alten männlichen Individuen

---

1) The last journals of David Livingstone, in Centralafrica, from 1865 to his death, by Horace Waller. London, 1874, II, p. 52 ff. nebst Abbildungen.

2) Vergl. dies Archiv, Jahrgang 1872, S 124.

3) Baron C. C. v. d. Decken's Reisen in Ostafrika. Leipzig und Heidelberg, 1871, II, S. 308.

angehörende Chimpanseschädel, Dank dem Eifer der z. Z. in den Gabun-Gegenden reisenden Hrn. Dr. Lenz [1]) und v. Koppenfels in meine Hände gelangt. Die mir vom Vorstande der deutschen afrikanischen Gesellschaft zugewiesene Bearbeitung des erwähnten Materiales wird im Verlaufe dieser Abhandlung ihren Platz finden.

Ich hatte in dem früheren Theile meiner Abhandlung, welcher die Osteologie der von Schweinfurth erbeuteten Bam-Schädel behandelt, mit Beschreibung des Cranium No. 129 der Sendung jenes Forschers aufgehört. Ich fahre nunmehr mit derjenigen von 132 [2]) fort. Dieser Schädel gehört einem alten Thiere an. Die Nähte sind sehr verwachsen. Die Augenhöhlenbögen desselben heben sich von der Stirn nur wenig ab, sind hier beide durch eine leichte Incisur von einander getrennt, wulsten sich aber stark nach aussen hin und bilden mit den z. Th. schon den Processus sphenofrontales der Jochbeine angehörenden Randbegrenzungen der Orbitae einen rechten Winkel. Diese seitlichen Randbegrenzungen ziehen breit und weit nach rechts, wie links vorragend, ziemlich steil abwärts. Der Unteraugenhöhlenrand ist ziemlich scharf und deckt bei genauer Ansicht der Norma facialis, den Eingang zum Canalis nasolacrymalis fast gänzlich. Der zwischen den Augenhöhlen gelegene Knochentheil ist in der Mitte im Verhältniss zu dergleichen Theilen bei anderen Bam-Schädeln mässig breit (23 Mm). Die Augenhöhlen selbst nähern sich in ihrer äussern Randcontour der Rautenform. Der Nasenrücken ist im oberen Drittel wenig convex, im mittleren Drittel noch verflachter, im unteren Drittel dagegen in der Mitte etwas eingedrückt. Die Suturae naso-frontalis und nasalis sind verwachsen, die Suturae naso-

1) Es darf hier wohl beiläufig bemerkt werden, dass Dr. Lenz einer der im Auftrage der deutsch-afrikanischen Gesellschaft reisenden Gelehrten ist.

2) No. 130 und 131 sind defecte Schädel, deren Beschreibung besser an anderer Stelle erfolgt.

maxillares sind wenigstens noch angedeutet und begrenzen mit den von oben nach unten ziehenden wenig erhabenen, feinen Knochenleisten der Sut. nas. den Nasenrücken nach aussen gegen die Malarregionen. Diese treten breit und hoch nach vorn hervor und gehen mit nur leichter Wölbung nach aussen. Zwischen den Aussenrändern beider Processus sphenofrontales der Jochbeine ist das Antlitz 106 Mm. breit. (Bei Troglodytes niger, No. 16111 = 102 Mm.) Dicht unter der inneren Hälfte des Unteraugenhöhlenrandes ein wenig vertieft, werden diese nach aussen convex. Zwischen dem Processus zygom. oss. maxill. super. und Proc. maxillar. oss. zygomat. ist keine Naht mehr zu bemerken. Die Jochpartie ist in dieser Gegend 32 Mm. hoch. Mehrere kleinere Foramina, darunter ein unbedeutendes 9—9·5 Mm. vom Margo infraorbitalis entferntes For. infraorbitale, öffnen sich vorn seitlich an den Malargegenden. Der Jochbogen geht ziemlich geraden Verlaufes nach hinten und nur wenig nach aussen. Die Apertura pyriformis ist länglich-birnförmig, 28 Mm. hoch und 26 Mm. breit; sie ist höher und schmaler als an anderen Bam-Schädeln. Der Boden derselben liegt weit offen, eine Spina nasalis anterior inferior ist kaum angedeutet.

Leider sind die Aussenwände der Schneidezahn- und Eckzahnalveolen fast gänzlich weggebrochen, man sieht aber doch noch, wie sehr stark prognath dieser Schädel gewesen ist. Die Processus alveolares der Oberkieferbeine waren, soviel sich an ihren Ueberbleibseln erkennen lässt, nach oben gekehrt.

Der harte Gaumen ist lang gestreckt (88 Mm.), zwischen den Eckzahnalveolen 40, zwischen den Foramina pterygopalatina 30 Mm. breit und ziemlich eben. Ein Theil des Schuppentheiles, der Gelenktheile wie auch der Grundtheile des Hinterhauptbeines sind ausgebrochen.

Der Hirnschädel ist hinter den Augenbrauenbögen nur wenig eingedrückt, deutlich aber ist er eingedrückt in Gegend der (verwachsenen) Kranznaht, im Ganzen ist er stärker gewölbt, höher, weniger gestreckt als andere Bamschädel. Eine convexe Partie erhebt sich in der Gegend der kaum noch in schwachen Andeutungen erkennbaren Pfeilnaht. Die sehr schwa-

chen Cristae sagittales[1]) sind gegen die stark ausgeprägten Lineae semicirculares deutlich abgegrenzt, sie laufen, durch nur geringe Zwischenräume von einander getrennt, neben einander her und enden endlich an der ebenfalls deutlich ausgeprägten Crista lambdoidea.

H. v. Ihering bemerkt, dass, wie schon Bischoff angegeben habe,[2]) die den Lineae semicirculares des Menschen entsprechenden Cristae sagittales bei ♀ und jugendlichen ♂ der Anthropomorphen wohl der Schläfenfascie zum Ursprung dienen möchten.[3]) Dies ist in der That der Fall, trifft aber auch bei den Lineae semicirculares des Menschen vollkommen zu.[4]) An diesen Knochenlinien resp. Knochenkämmen gehen Bindegewebsbündel des Periostes der äusseren Schädelfläche in die Fascia temporalis über, die Bündel beider Bindegewebsgebilde, sowohl des Periostes als auch der Fascie, durchkreuzen einander vielfach längs jener ganzen Crista. Ich habe dies an menschlichen Cadavern und an denen von Affen gesehen. An den Schädeln alter männlicher Gorillas und Orang-Utangs findet man an der hier gewaltigen Crista sagittalis je ein äusseres Labrum, entsprechend je einer Linea semicircularis, der höchsten Ursprungsstelle der Bündel des Musculus temporalis und ein zwischen beiden Labra gelegenes, zuweilen convexes, zuweilen plattes Spatium intermedium, in welchem wohl die Bündel der beiden Schläfenfascien aneinander treten mögen. Dies Spatium zeigt manchmal wieder eine mediane cristenähnliche Erhöhung. Vorn

---

1) Den Ausdruck Cristae sagittales, denselben entsprechen Hyrtl's Lineae semicirculares superiores, behalte ich für die Affen bei, weil sie hier in der That bei ♂ vieler Gattungen zu gewaltigen Knochenkämmen sich emporheben. (Vgl. dies Archiv, 1872, S. 141).

2) Ueber die Verschiedenheiten in der Schädelbildung des Gorilla, Chimpanse und Orang-Utang. München 1867, S. 38.

3) Dies Archiv, 1875, S. 75.

4) In älteren anatomischen Handbüchern, in welchen man von Lineae semicirculares superiores et inferiores noch nichts verzeichnet sieht, heisst es, die Fascia temporalis entspringe an der „ganzen halbcirkelförmigen Linie". (Vergl. u. A. Soemmering: Vom Baue des menschl. Körpers. N. A. Muskellehre von F. W. Theile. S. 66.)

aber halten sich auch bei diesen Thieren beide Schläfenlinien oder vielmehr Cristen ganz getrennt auseinander.

Am Schuppentheil des Hinterhauptbeines zeigt sich die gegen die Jochbögen hin stark entwickelte, scharf vorspringende Crista lambdoidea stumpf und wulstig. Von einer Protuberantia und von einer Crista occipitalis externa existiren nur schwache Andeutungen, ebenso von den Lineae nuchae supremae, welche letztere noch unterhalb der Crista lambdoidea nur mit einiger Mühe gesehen werden können.

Die Processus mastoidei[1]) finden sich an diesem Schädel so ziemlich entwickelt und springen in einer mit der keilförmig am Boden des Meatus auditorius externus von aussen und hinten ziehenden und mit der Glaser'schen Spalte im Allgemeinen parallel gehenden Leiste nach unten vor. Nach oben endet der Zitzenfortsatz an der Crista lambdoidea.

No. 133. Jüngerer Schädel. Ueber denselben ist zwar Vieles schon 1873 a. a. O. von mir behandelt worden, indessen gebe ich doch hier, der Reihenfolge und des Zusammenhanges wegen, noch eine detaillirte Uebersicht über mancherlei Eigenthümlichkeiten dieses Specimens. Die Augenhöhlenbögen sind dick, hochaufgewulstet und wie z. B. bei 129, 134 und 136 durch eine Einsattelung vom Scheiteltheil des Schädels getrennt. Die Ober- und Seitenwände derselben biegen fast unter rechtem Winkel in einander. Die Jochbeine ziehen mit geringer Krümmung ziemlich gerade von vorn nach hinten und aussen. Der zwischen den Augenhöhlen befindliche Knochentheil ist etwa um 1 Mm. schmäler als bei 16111, fällt oben steil nach unten ab, dacht sich aber alsdann unter leichter keilförmiger Zuschärfung in der Gegend der Sutura nasalis nach vorn und unten hin. Der untere Theil der Nasenbeine geht flach in den von den Processus nasofrontales gebildeten Antlitztheil über. Die Antlitzgegend überhaupt ist nicht eben stark nach auswärts gekehrt. Das Foramen infraorbitale findet sich linkerseits 18, rechterseits 17 Mm. vom Unteraugenhöhlenrande entfernt.

1) Vergl. hierüber dies Archiv, 1872, S. 483.

Die Apertura pyriformis zeigt in ihrem offen liegenden, von aussen sehr leicht zu übersehenden Boden einen in zwei kurze Spitzen gespaltenen unteren Nasenstachel. Die Joche der Eckzahnalveolen ragen ziemlich stark hervor, sind mehr gerade von hinten und oben nach vorn und unten verlaufend als bei 16111, auch zeigt sich der zwischen ihnen eingeschlossene Incisivtheil nicht so breit, als am letzteren Chimpanseschädel. Es ist dieser Knochentheil nach oben und vorn abgeflacht, nicht so convex wie bei 16111, ferner nicht so lang nach vorn gegen die Alveolenwand der Schneide- und Eckzähne hin ausgedehnt, nicht so prognath, wie bei den übrigen Schädeln. Der harte Gaumen ist 68·5 Mm. lang, vorn 33, hinten 31 Mm. breit.[1]) Die Scheitelregion des Schädels ist gewölbt, die Zitzenfortsätze sind mässig entwickelt.

No. 134. Alter Schädel mit verwachsenen Näthen. Die Orbitalbögen sind höher und dicker als bei 16111, übrigens aber sind sie wie am letzteren, oben leicht nach aussen, abwärts und rückwärts geneigt, dann ziehen sie unter einem fast stumpfen Winkel steil nach abwärts und etwas nach vorwärts gegen die Jochbeine hin (Jahrgang 1872, Taf. III, Fig. 2.). Zwischen beiden Augenhöhlenbögen befindet sich mitten über der Sutura nasalis eine schwache Vertiefung, wie bei No. 132, 134[2]), wogegen hier bei 16111, am Schädel der Bam No. 129, 136, 137 eine buckelförmige Hervorragung bemerkbar wird. Die Gesichtsfläche des Jochbeines ist hoch und breit, in ihrer Mitte etwas vertieft, ein wenig mehr nach auswärts und hinterwärts geneigt, als bei 16111 und z. B. 132. Der ganze Jochbogen steht nicht gewölbt nach aussen hervor, wie bei jenem Schädel von T r o g l o d y t e s n i g e r, sondern verläuft (wie beim eben bezeichneten Bam) rechts, wo derselbe noch erhalten geblieben ist, gerade und im Beginn seines hinteren Drittels eingebogen,

---

1) Ueber die Methode der Breitenmessung des harten Gaumens an diesen Schädeln vergl. dies Archiv, 1873 S. 502.

2) Vergl. dies Archiv 1862, Taf. III, Fig. 2, 2b und Taf. IV, 3, 3b, 4, 4b.

wie eingeknickt, gegen die Schläfengrube hin.[1]) Die Augenhöhlen selbst sind oben und auswärts fast von einer Kreislinie begrenzt, der untere Rand derselben, welcher sich cristenartig vom Boden der Augenhöhle absetzt, (dies übrigens nicht so hoch als bei 16111) verläuft mit nur schwacher Krümmung; der Innenrand zieht dann gerade und steil gegen den inneren Anfang des oberen Orbitalrandes empor, mit welchem letzteren er einen Winkel bildet. Die Augenhöhle ist fast quadratisch begrenzt. Der bei 16111 und bei 132 vom inneren Anfang des unteren Augenhöhlenrandes verdeckte Eingang zum Canalis nasolacrymalis ist bei unserem Bamschädel geöffnet. Das Dach der Augenhöhlen des letzteren ist um etwa 6 Millim. breiter, als der Boden derselben, einige Millim. hinter dem Eingange gemessen, bei 16111 dagegen sind diese Theile fast gleich breit. Der Interorbitalraum unseres echten Chimpanseschädels ist um ein ganz geringes schmaler, als derjenige des Bam-Schädels. Der Nasenrücken zieht bei diesem ziemlich steil abwärts (nicht so steil wie bei 133), ist in der Mitte ein wenig eingebogen, und dacht sich dann gegen die sehr prognathen Kiefer und den Oberrand der Apertura pyriformis hin schräg nach unten und vorn ab. Im Allgemeinen erscheint dieser Theil des Schädels, bei genauerer Einstellung in der Norma lateralis visirt, etwas vertieft, wie es auch sonst an den Bam-Schädeln vorkommt.[2]) Dagegen ist dieser Theil an unserem unter No. 16111 verzeichneten Schädel des Tr. niger etwas hervorragend (vergl. 1872, S. 148.).

Der Kiefertheil von No. 134 ist sehr prognath, weit mehr, als bei Troglodytes niger. Die Apertura pyriformis zieht schräg von hinten und oben nach vorn und unten, ist weit geöffnet; ihr leicht convexer Boden tritt breit und offen zwischen den mächtigen Alveolarjochen der beiden oberen Eckzähne zu Tage und schliesst nach hinten gegen die nur noch Reste des Pflugscharbeines zeigende Nasenhöhle mit einer nicht beträcht-

---

1) Vergl. a. o. a. O. Taf. III, Fig. 2b, wo übrigens diese Einbiegung des Jochbogens nicht hinlänglich stark hervorgehoben ist.

2) A. o. a. O. Taf. III, IV. Giglioli a. a. O. Tav. VII, Fig. D.

lichen bogenförmig zu den Oberkieferbeinen emporstrebenden Querleiste und mit kaum bemerkbaren, durch die Gaumennath in zwei Hälften getheilten, Rudimenten einer Spina nasalis anterior infer., ferner auch gegen die sehr weiten Eingänge zum Canalis incisivus, ab. Dieselbe läuft nach vorn in ein fast horizontal gelegenes, mit sehr erhabenen Alveolarjochen der Schneidezähne versehenes, in der Norma lateralis stark gewölbt erscheinendes, seitlich durch die Alveolarjoche der Eckzähne begrenztes Alveolardreieck (Planum maxillare) aus. Der Zahnrand selbst erscheint stark nach vorn gewölbt.[1]) Hinter den Jochen der Eckzahnfläche zeigt sich die Gesichtsfläche des Oberkieferbeines stark vertieft. Diese Vertiefung verläuft natürlicherweise parallel den Hinterrändern der Juga alveolaria dentium caninor., wie bei allen den übrigen stark prognathen Schädeln des Bam, welche ich jetzt unter meinen Händen habe.

Der harte Gaumen ist lang (86 Mm.), und vorn, an den Eckzahnfächern, etwa 13 bis 14 Mm. breiter als hinten, nahe den Foramina palatina posteriora.

Der Hirnschädel ist hinter den Augenhöhlenbögen nicht tief eingesattelt. Die Scheitelregion ist wenig gewölbt, die Cristae sagittales sind nur wenig ausgeprägt, in ihrem hinteren Theile zeigen sich sogar grabenähnliche Vertiefungen anstatt der Erhabenheiten, wogegen die Lineae semicirculares (vergl. 1872 S. 141 und hier S. 269) in ihrer vorderen Seite hervorragende, an winzigen Höckern nicht arme Leisten darstellen, in ihrer hinteren Hälfte jedoch eingedrückte, tuberkelreiche Züge bilden. Die Cristae sagittales dieses Exemplares stehen hinten über der Crista lambdoidea nur um 9—10 Mm. weiter auseinander, als vorn hinter den Augenhöhlenbögen. Oberhalb der Crista lambdoidea zieht ein Querwulst über den oberen Theil der Hinterhauptschuppe; dieser ist dann durch eine leichte Vertiefung von der Crista lambdoidea getrennt. Dies Verhalten zeigt sich auch bei 128, 129, 132 und 137 deutlich ausgeprägt.

Die Protuberantia occipitalis externa ist wohl entwickelt.

---

1) Vergl. a. o. a. O. Taf. III, Fig. 2a, 2b.

Auch die Crista occipit. externa ragt deutlich hervor. Leider ist der dem grossen Hinterhauptsloche genäherte Theil der Schuppe grösstentheils zerstört und lässt sich daher der Verlauf der Lineae nuchae in ganz unvollkommener Weise verfolgen. Die oberste derselben ist, in ihrem äusseren Verlaufe der Crista lambdoidea sich nähernd, stark ausgeprägt und reichlich mit Höckern besetzt. Der rechte Zitzenfortsatz ist noch erhalten, ragt aber nur wenig hervor, die Incisura mastoidea ist seicht; von einem Proc. styloideus neben dem wohl erkennbaren Foramen stylomastoideum findet sich hier keine irgend nennenswerthe Spur.

No. 135 ist ein alter Schädel mit verwachsenen Nähten. Die Orbitalbögen ragen sehr stark wulstförmig hervor, in der Mitte zwischen ihnen befindet sich eine leichte Einbuchtung. Vom Oberrande derselben biegt sich der Seitenrand fast rechtwinklig ab und geht nach unten und vorn in die sehr breite, etwas nach aussen gekehrte convexe Malarregion ein. Die Jochbögen ziehen mit nur geringer Aussenbiegung ziemlich gerade nach hinten.

Der Nasenrücken steigt steil niederwärts, bildet in der Sutura nasalis eine leicht kielförmige Erhabenheit, im unteren Dritttheil aber verliert sich diese in einer nach vorn gewendeten Ebene, welche sich seitwärts auch über die Processus sphenofrontales der Oberkieferbeine ausdehnt. Die Apertura pyriformis ist herzförmig, weit gerundeter als bei 16111 und bei anderen Bam-Schädeln. Der untere Rand derselben ragt mit seiner nur wenig entwickelten, in zwei Spitzen getheilten Spina nasalis hervor, wenn auch nicht so scharf, wie an No. 16111. Der Boden der Nasenhöhle fällt hinter diesem Rande ziemlich steil nach hinten ab und zeigt sich in der Nähe der Crista nasalis (der Partes palatinae oss. maxill. sup.) stark ausgehöhlt.

Die Prognathie dieses Specimens ist weniger beträchtlich als bei der Mehrzahl der anderen Bam-Schädel.

Die Alveolarjoche der Eckzähne ziehen ziemlich steil von oben und hinten nach unten und vorn, ein breites, flaches Alveolardreieck einschliessend, welches durch gerade abwärts und

vorwärts, nur wenig nach auswärts ziehende Joche der Caninalveolen begrenzt wird. Hinter diesen letzteren findet sich jederseits eine fast gänzlich nach aussen gekehrte Fossa canina.

Der harte Gaumen ist lang (70 Mm.) und breit (40 Mm.)

Hinter den Augenhöhlenbögen sattelt sich der Hirnschädel stark ein, wölbt sich in der Scheitelgegend und fällt gegen die Crista lambdoidea schräg nach hinten ab. Der ganze Hirnschädel dieses Exemplars erscheint breit und nähert sich mehr der Halbkugelform, als z. B. 129, 134, er stimmt hierin mehr mit 16111, 132, 136, 137. Die Schläfengruben sind in ihrem oberen, unterhalb der Lineae semicirculares gelegenen Theile, im mehr im Bereiche der Scheitelbeine gelegenen sogenannten Planum semicirculare s. temporale gewölbt und flachen sich sanft nach unten ab. Cristae sagittales und Lineae semicirculares sind deutlich, erstere vertieft, letztere erhaben und höckerreich.

Die Zitzenfortsätze der Schläfenbeine sind deutlich ausgeprägt, sie bilden zwei spitzkegelförmige nach unten, innen und vorn geneigte Vorsprünge, haben eine sehr deutliche Incisura mastoidea; auch finden sich Spuren der Griffelfortsätze. Das Hinterhauptsbein ist leider zerstört.

No. 136. An diesem mit nicht verwachsenen Näthen versehenen, ebenfalls einem älteren Individuum angehörenden Schädel sind die Orbitalbögen noch erhabener als bei 134 und 137. In dem oberen Theile des Interorbitalraumes treten dieselben, kaum noch durch eine leichte Einsenkung von einander getrennt (diese freilich geringer als bei No. 129 und 16111), stark wulstförmig nach aussen und oben hervor (Jahrgang 1872 Taf. IV., Fig. 3a). Im äussern Theile neigen die Bögen etwas nach abwärts und sind ihre oberen Winkel etwas stark nach aussen und hinten gekehrt (a. o. a. O. Taf. IV, Fig. 3, 3a). Die Seitenränder der Bögen gehen fast unter einem rechten Winkel, nur im oberen Theile ein wenig eingebogen, fast gerade verlaufend, nach abwärts. Der Jochbogen erscheint in seiner vorderen, dem Körper, dem Stirnbein- (Stirnkeilbein-) und dem

Kieferfortsatz des Jochbeines angehörenden Partie breit und nach vorn gekehrt, der Schläfenfortsatz des Jochbeins wendet sich mit mässiger Krümmung nach aussen und dann nach hinten (Taf. IV, Fig. 3b linkerseits.[1]) Der ganze Schädel erscheint in der Jochgegend breit. (A. a. O. Taf. IV, Fig. 3). Uebrigens ist die Gesichtsfläche des Jochbeines in ihrer Mitte nach aussen vom Foramen infraorbitale etwas convex. Oberhalb des letztgenannten Loches findet sich ein kleines im Bereiche des oberen Theiles der Sutura oss. zygomatici mit os maxillare sup. befindliches Loch (Taf. IV, Fig. 3), wie eins oder mehrere ähnliche auch bei anderen Bam-Schädeln vorkommen. Ich gedenke dies bei etwaigen späteren neurologischen Studien über die Affen wieder aufzunehmen.

Der Nasenrücken ist etwas convex; die Sutura nasalis ist schon im Verwachsen begriffen und nur noch wenig sichtbar; es findet sich an ihrer Stelle eine kielförmige Leiste, welche sich in ihrem unteren Drittel gegen den Unterrand des Nasenbeins hin abflacht (a. o. a. O. Taf. IV, Fig. 3). Die untere Partie des Nasenrückens ist übrigens nicht so convex, wie bei 16111, 24182, 129, 132, 134, 135, 137. Die Suturae nasomaxillares sind noch nicht verwachsen. Der Zwischenaugenhöhlenraum ist etwas enger als bei 129, 132 und 135.

Die Augenhöhlen dieses Schädels erscheinen an ihren Rändern ziemlich rund, 136 Mm. hoch und 133 Mm. breit. An dem ziemlich gerade verlaufenden medialen Augenhöhlenrande springt die Crista lacrymalis des Thränenbeinchens scharf nach innen vor. Der gleichnamige Kamm am Oberkieferbein ist ebenfalls scharf. Der Eingang zum Canalis nasolacrymalis ist hier offen, wie bei 134, weniger verdeckt als z. B. bei 132.

Der Gesichtsschädel erscheint von der Sutura nasofrontalis an bis zu den Alveolarfortsätzen der Oberkieferbeine etwas vertieft, wie übrigens sonst an Bamschädeln (vergl. No. 134, S. 272 und 1872, Taf. III, IV). Auch bei No. 136 ist die Kiefergegend sehr prognath. Der Eindruck einer ausgeprägten Prognathie wird hier noch erhöht durch die wohlerhaltenen

---

1) Rechterseits ist der Jochbogen weggebrochen.

Schneidezähne, deren Vorderflächen stark nach oben gekehrt sind. (Taf. IV, Fig. 3a, 3b). Die Apertura pyriformis ist hier hoch und schmal (28 Mm. hoch und 20 Mm. breit), höher und schmaler im Verhältniss als bei 16111, 24182 und den übrigen Bam-Schädeln. Der Boden dieser Höhle ist leicht convex und mit zwei deutlichen, spitzen und scharfrandigen, durch die Gaumennath von einander getrennten Hälften einer Spina nasalis versehen. Eine ziemlich deutlich ausgeprägte, bogenförmig nach unten und vorn ausgeschweifte Leiste grenzt die Apertura gegen die Alveolarfortsätze der Oberkieferbeine ab. Diese werden nach aussen durch stark hervortretende Fachjoche der Eckzähne abgegrenzt. An dem echten Chimpanse- und an manchen Bam-Schädeln zeigt sich vorn im Antlitztheile ein durch die von oben und innen nach hinten unten, vorn und aussen verlaufenden Eckzahnjoche abgegrenztes Alveolardreieck, in dessen oberem Raum die Apertura pyriformis und ihre Ränder mit eingeschlossen sind. Man erkennt ein solches Verhalten an meinen früher in dieser Zeitschrift veröffentlichten und auch an Giglioli's Schädelabbildungen des Bam. Bei unserem Specimen No. 136 ist das Verhältniss dagegen ein etwas anderes. Hier beginnen die Eckzahnjoche genau unterhalb der von der Apertura pyriformis entfernten Foramina infraorbitalia und ziehen von oben und hinten mit äusserst geringer Abweichung nach aussen, nach unten und vorn. Dadurch entsteht ein Alveolarviereck, wie dies an Fig. 3 auf Taf. IV. (a. o. a. O.) ziemlich deutlich ausgeprägt erscheint. An 129, einem Schädel, dessen lange Alveolarfortsätze weit nach vorn vorstehen, ist dies Verhältniss schon ein ähnliches, aber die Eckzahnjoche erscheinen hier nach oben und hinten doch schon schmaler als bei 136. Der Antlitzschädel des letzteren zeigt deshalb ein mehr verschmälertes, mehr nach vorn und oben abgeflachtes Aussehen als die übrigen bisher beschriebenen Chimpanse- und Bam-Schädel.

Der harte Gaumen ist 72 Mm. lang und vorn nur um etwa 0·5 Mm. schmäler als hinten (30·5 Mm.). Der halbkuglige Hirnschädel (vergl. 135) ist durch eine tiefe Einsattelung von

den Augenhöhlenbögen getrennt, im vorderen noch dem Stirnbeine angehörenden Theile stark, in der Schädelregion aber schwächer gewölbt. Die ganze obere Partie der Hinterhauptschuppe ist stark vorragend (a. a. O. Taf. IV, Fig. 3a, 3b). Ein kleiner Höker zeigt sich in der Berührungsstelle der Pfeil- und der Lambdanath. Die weiter unten befindliche Protuberantia occipitalis ext. ist nicht stark und dicht an der Crista lambdoidea gelegen. Letztere ist nicht sehr vorragend und mit ihr geht die oberste der Lineae nuchae zusammen. Von diesen vermag ich hier nur jederseits zwei zu unterscheiden. Der untere Theil der Schuppe ist ausgebrochen, dies ganz wie bei mehreren der anderen Schädel, wohl in der Absicht, um das vielleicht als Delicatesse dienende Gehirn bequemer herausnehmen zu können. Die Cristae sagittales sind schwach, die Lineae semicirculares aber sind stark entwickelt. Die Processus mastoidei ragen deutlich nach unten, innen und vorn vor. (A. o. a. O lässt Fig. 3a den linken Processus mastoid. noch ganz gut erkennen). Es finden sich auch Spuren der Processus styloidei.

No. 137. Alter, z. Th. bröckliger Schädel mit verwachsenen Näthen. Die Augenhöhlenbögen desselben sind nicht sehr kräftig, in der Mitte findet sich zwischen ihnen eine nur flache Einsattelung. Dieselben ziehen sich convex nach aussen und gehen ihre Oberränder unter fast rechtem Winkel in die Seitenränder über, welche letzteren hier steil nach abwärts und etwas nach einwärts ziehen. Der Unteraugenhöhlenrand ragt scharf hervor und deckt z. Th. den Eingang zum Canalis nasolacrymalis.

Der Nasenrücken fällt sehr steil von oben nach unten ab und weist (in der Mitte in der Gegend der verwachsenen Sutura nasalis) eine schwache Längsleiste auf, welche sich dann im unteren Dritttheil verflacht. Die Malargegend ist an diesem Specimen nicht hoch, das Foramen infraorbitale ist einfach und weit, der Jochbogen zieht mit geringer Wölbung nach aussen, ziemlich gerade hinterwärts, wogegen dieser Knochentheil bei 136 wohl nach aussen convex erscheint (Fig. 3b zur Linken).

Die Apertura pyriformis ist, soweit es sich an dem in der Antlitzgegend leider sehr defecten Exemplar noch erkennen lässt, breit und gerundet gewesen. Der Boden der Nasenhöhle liegt weit geöffnet; von einer Spina nasalis anterior inferior ist kaum eine Spur vorhanden. Der Schädel ist sehr prognath, die gewölbten Alveolarfortsätze der Oberkieferbeine sind an den inneren Schneidezähnen ganz nach oben gekehrt. Die Eckzahngegend beider Alveolarfortsätze fehlt. Betrachtet man den Schädel genauer in der Seitenansicht, so erscheint dessen Antlitzgegend zwischen Augenhöhlenbögen und Alveolarrand der Schneidezähne convex und zwar beträchtlicher, als es an den a. a. O. Taf. III u. IV abgebildeten Schädeln der Fall ist.

Der harte Gaumen ist lang (81 Mm.) und schmal (30 Mm. hintere Breite). Die Breite dieses Theiles bleibt von vorn nach hinten ziemlich die gleiche. Eine völlig genaue Bestimmung letzteren Grössenverhältnisses ist freilich wegen der oben angedeuteten Zerstörung nicht ausführbar.

Zwischen Augenhöhlenbögen und Hirnschädel zeigt sich eine geringere Einsattelung, als bei No. 136, was hier mit der geringeren Dicke der erstgenannten Knochentheile zusammenhängt. Dahinter wölbt sich die dem Stirnbein angehörende Region des Hirnschädels, dieser flacht sich aber nach hinten etwas stärker ab, als bei No. 136, so dass No. 137 nicht so sehr den Eindruck eines Kugelsegmentes macht, als jenes Specimen. Uebrigens ist das Cranium von 137 hinten breit und an den Seiten gewölbt. Die Crista lambdoidea ist wenig entwickelt. Oberhalb der kleinen spitzigen Protuberantia occipitalis externa findet sich ein der ursprünglichen Lage der gänzlich verwachsenen Lambdanath entsprechender grabenartiger Zug. An der vollständig erhaltenen Schuppe unterscheide ich jederseits deutlich eine Linea nuchae suprema, media und infima. Die Suprema ist sehr wohl erkennbar und nimmt gerade an der Protuberanz ihren Ursprung, die Media ist breit und knorrig. Die Gelenkhöcker des Hinterhauptes mit tiefer Fossa condyloidea und weitem Foramen condyloideum anticum springen stark vor, die Zitzenfortsätze sind ziemlich gut entwickelt, auch Spuren von Griffelfortsätzen sind vorhanden. (Vergl. hierüber a. a. O.

Taf. V, Fig. 3.) An Stelle der Cristae sagittales finden sich vertiefte Züge, die Lineae semicirculares sind von jenen in der Mitte ihres Verlaufes um 8—12 Mm. entfernt und zwar wohl erkennbar, aber nicht erhaben.

Wir wollen uns nun zunächst mit den vorhandenen Unterkiefern und mit dem Zahnbau der in Rede stehenden Thiere beschäftigen.

Beim Chimpanse No. 16111 hat der Unterkiefer einen Körper, dessen Alveolarrand mit der Basis fast parallel läuft. Nur in der Kinngegend vermehrt sich die Höhe dieses Theiles. Die Aussenfläche ist nur an den wenig ausgeprägten Lineae obliquae externae concav; zwischen diesen Hervorragungen und den Hinterrändern des Eckzahnjoches ist sie ziemlich eben. Eine Spur einer Spina mentalis externa zeigt sich in Form einer etwa 14 Mm. breiten senkrechten bis zur Mitte des Kinntheiles reichenden Erhabenheit. Zu beiden Seiten derselben finden sich breite, flache Fossae mentales. Uebrigens ist die Convexität der Aussenfläche des Kinntheiles in deren Mitte am stärksten, gegen die Basis mandibulae nimmt diese Wölbung ganz allmählich ab.

Die Eckzahnjoche sind am Unterkiefer dieses Exemplares wenig ausgeprägt. Entsprechend der im Verhältniss zu den Bamschädeln nicht beträchtlichen Prognathie dieses unseres echten Chimpanseschädels schrägt sich denn auch der Kinntheil des Unterkieferbeinkörpers bei letzterem von oben und vorn nach unten und hinten nicht auffällig zu. Das Foramen maxillare anterius findet sich gerade unterhalb der zweiten Backzahnalveole, 15 Mm. vom Limbus alveolaris und 11 Mm. von der Basis mandibulae entfernt. Die Innenfläche des Körpers ist am Limbus alveolaris sehr uneben, voll Zacken, Höcker und Löcher.[1]) Dieselbe fällt bis zur Mitte wenig schräg nach

---

1) Ich kenne zwar die Lebensgeschichte des in Rede stehenden Chimpanse nicht, indessen möchte ich doch aus der Glätte, dem Fettglanz und der Schwere seiner Knochen nicht schliessen, dass das

unten und hinten ab, dann findet sich ein von einer hintersten Backzahnalveole zur andern reichender Querwulst, welches sich nach oben und hinten in die Lineae obliquae internae fortsetzt, unterhalb dessen die etwas concave Fläche steil nach unten gegen die Basis hin abfällt. Eine Spina mentalis interna fehlt. Nahe der Basis findet sich dagegen eine grosse, weite Vertiefung, in deren Grunde sich ein grösseres, und drei kleinere in den Knochen gerade nach vorn hineindringende Löcher zeigen. Die Basis mandibulae ist wenig stumpf, nach vorn gegen den Kinntheil hin sogar etwas zugeschärft. Mitten unter dem Kinntheil ist sie mit einer aussen convexen, innen concaven, von vorn, aussen nach hinten, innen ziehenden zapfenartigen Hervorragung versehen.

Die Aeste sind niedrig, am Procesus coronoideus je 55, am Proc. condyloideus je 61—62 Mm. hoch, aber breit, nämlich je 47 Mm. unterhalb der Fortsätze. Sie biegen sich etwas nach aussen und unten in einem wenig stumpfen Winkel vom Körper ab, etwa wie beifolgendes Lineament andeutet: _/ Die Lineae obliquae sind aussen und innen nicht sehr scharf, erstere nur im Beginne des Astes. Die inneren ziehen sich dickwulstig mit zwei Lefzen bis gegen den Processus condyloid. hin. Die Sulci mylohyoidei existiren kaum in Andeutungen. Die Foramina maxillaria posteriora sind unterhalb der Lineae obliquae internae gelegen, weit und mit einer halbkreisförmig ausgeschnittenen Lingula zum Theil überdacht.

Die Aussenfläche ist eben nicht reich an Muskeln-Impressionen, die Innenfläche dagegen ist leicht concav und reicher an solchen, auch mit winkelständigen Tuberositäten versehen. Der Vorderrand jedes Astes steigt scharf empor und endet in den vorn ganz vorspringenden, hinten in eine niedrige Spitze auslaufenden Processus coronoideus. Die

---

Skelet von einem längere Zeit hindurch gefangen gehaltenen und darin gut genährten Individuum herrühre. Wie grazil und leicht, wie wenig glatt und wie matt sind dagegen freilich viele Bam- und die vom Gabun-Gebiete stammenden Chimpanseknochen, indessen sind diese doch zum Theil etwas verwittert.

Incisura semilunaris ist vorn am tiefsten und steigt nach hinten allmählig zum Aussenrande des Gelenkfortsatzes empor. Dieser hat vorn an dem nur wenig ausgeprägten Halse eine sehr deutliche, mit Grübchen und Löchern versehene Fossa condyloidea und einen quer von aussen und vorn nach innen und hinten gestellten Gelenkkopf, welcher aussen schmäler wie hinten und convex ist. Der Winkel des Unterkiefers ist abgestumpft.

Bei 24182 — Bam — ist der Körper am Kinntheile von vorn und oben nach unten und hinten zugeschrägt, die Aussenfläche dieses Theiles ist oben dicht unterhalb der Schneidezahnalveolen etwas convex, diese Convexität verstärkt sich nach unten gegen die Basis hin. Der Kinntheil ist hier convexer als bei 16111. An letzterem Specimen begrenzen die Joche der beiden Eckzähne ein Dreieck, dessen Spitze in der Basis, dessen Querlinie im Alveolarrande liegt.

Bei dieser No. 24182, einem noch jungen Thiere angehörend, sind die Eckzahnjoche erst wenig ausgebildet, jenes Dreieck erscheint daher erst angedeutet. Natürlicherweise ist hier auch der zwischen je zwei Eckzahnjochen befindliche Kinntheil schmäler als beim echten Chimpanse, wie ja dieser ganze Bam-Unterkiefer kürzer, kleiner, als bei letzterem, sich zeigt. Von einer Spina mentalis externa ist keine Spur vorhanden. Die Alveolarjoche der Schneidezähne sind ausgeprägt. Auf der Innenfläche des Kinntheiles findet sich auch jene der Basis mandibulae genäherte, in ihrem Grunde von einem grösseren und zwei kleineren Löchern durchbohrte Grube, welche schon bei No. 16111 beschrieben wurde. Dieselbe ist auch den übrigen Bam-Schädeln eigenthümlich. Die Seitentheile des Unterkieferbeinkörpers unseres Specimen nehmen von den Eckzahnfächern gegen die hinteren Backzahnfächer und den Beginn der Aeste beträchtlich an Höhe ab. (A. a. O. 1872, Taf. Ia.) Das Foramen mentale anterius liegt zwischen der ersten und zweiten Backzahnalveole, 18 Mm. vom Limbus alveolaris und 14 Mm. von der Basis entfernt. Die Innenfläche

auch dieses Unterkiefer-Körpers ist nahe dem Alveolarrande uneben (S. 280.)[1])

Der bei 16111 angeführte Querwulst (S. 281) zeigt sich auch hier, ziemlich stark ist derselbe an den übrigen Bam-Schädeln. Die Basis ist nur wenig stumpf, nach vorn gegen den Kinntheil und nach hinten gegen die Winkel hin sogar ein wenig zugeschärft (vgl. No. 16111). Auch hier findet sich jene beim echten Chimpanse beschriebene zapfenartige Hervorragung, deren Bedeutung ich im Laufe der Arbeit näher charakterisiren werde.

Die Aeste sind am Processus coronoideus je 53, am Proc. condyloideus je 55 Mm. hoch. Dieselben biegen sich unter stumpfem Winkel vom Körper ab nach hinten (a. a. O. Fig. 1a), auch ein wenig nach aussen.

Die Lineae obliquae externae sind nur je im Beginn eines Astes, die Lineae obliquae internae sind fast ihrer ganzen Länge nach wohl ausgeprägt. Letztere ziehen mit einem scharfen Labium anterius gegen den Processus coronoideus, mit einem schwächer ausgeprägten Labium posterius gegen den Processus condyloideus hin. Die Breite eines Astes beträgt etwa 37 Mm. Die Muskeleindrücke sind nur schwach, selbst an den Winkeln. Die Foramina maxillaria posteriora sind weit geöffnet. Ein Sulcus mylohyoideus ist nur sehr gering angedeutet. Der Kronfortsatz ist dünn, scharfrandig, vorn abgerundet, endet in eine stumpfe Spitze und fällt nach hinten sanft gegen die nicht tiefe Incisura semilunaris ab, über welche letztere der Kronfortsatz 14 Mm. hervorragt.

Der Gelenkfortsatz ist noch kurz und schwach. Der Knorren zieht mit nur geringer Abweichung nach hinten im Allgemeinen in der Richtung von aussen nach innen, ist sanft gewölbt und hat eine nur wenig tiefe Fossa condyloidea.

No. 127. Erwachsener Bam. Der Kinntheil ist, entsprechend der stärkeren Prognathie des Schädels, auch sehr stark,

1) Das in Rede stehende Thier hat nur sehr kurze Zeit in Gefangenschaft gelebt.

von vorn und oben nach unten und hinten zugeschrägt, gewölbt, ohne Spina mentalis externa, schmal und mit nur schwach ausgeprägten Juga alveolaria versehen, übrigens aber durch die (wenig hervorragenden) Eckzahnjoche nach aussen und hinten abgegrenzt. Innen findet sich die S. 281 erwähnte Grube, in deren Grunde noch eine kleinere, tiefere und unterhalb der letzteren eine andere kleine, von runden Löchern durchbohrte Grube sich öffnet. Unterhalb dieser Vertiefungen zeigt sich ganz nahe der Basis jener schon früher (s. das.) beschriebene, hier ganz nach hinten gerichtete Knochenzapfen. Der Unterkieferbeinkörper nimmt auch hier hinter den Eckzahnalveolen an Höhe ab. Bei 24182 bildet der Limbus alveolaris im Verlauf des in seiner Höhe sich verringernden Theiles des Unterkieferbein-Körpers eine nach oben *s*-förmig geschweifte Linie, was mit der nicht vollständig erfolgten Consolidirung und Ebnung des ganzen Alveolartheiles dieses z. Th. noch im Zahnwechsel begriffenen Schädels zusammenhängt.

Bei No. 127 dagegen verläuft der feste, mit derben, compacten Wandungen versehene Limbus alveolaris geradlinig. Dasselbe war bei 16111 der Fall und zeigt sich auch bei den übrigen Bam-Schädeln. Es handelt sich bei dieser in die Augen fallenden Aeusserlichkeit nur um einen Alterszustand des Kiefers. Das Foramen mentale anterius liegt bei 127 unter der zweiten Backzahnalveole, 15 Mm. vom Alveolarrande und und 14 Mm. von der Basis mandibulae entfernt, ist gross und von vorn nach hinten ausgedehnt. Die Lineae obliquae externae sind nur am Beginne der Aeste ausgeprägt. Der Alveolarrand ist innen an den Schneidezähnen uneben und löcherig [1]).

---

1) Es ist dies ein wildes von den Njam-Njam in den Wäldern getödtetes Thier. Diese Bildung wiederholt sich auch bei den übrigen Bam-Schädeln und kann daher nicht Folge eines krankhaften etwa in der Gefangenschaft erworbenen Processes sein. Ueberhaupt scheint unebene, löcherige, schwammige Beschaffenheit des Knochengewebes der Zahnfortsätze bei wildlebenden Chimpanses nicht so selten zu sein, ich sah selbst cariöse Zerstörungen an solchen, und scheinen auch einzelne morschere unserer Bam-Schädel Spuren davon zu tragen. (Vergl. Bischoff, a. a. O. S. 23 ff.)

Die Basis ist nahe den Winkeln schneidend, dann wird sie stumpf und in der Nähe des Kinntheiles wieder schärfer.

Die Aeste biegen sich unter stumpfem Winkel vom Körper nach oben und hinten ab, sind breit (58 Mm.) und glatt. Die Höhe beträgt am Processus coronoideus 65 Mm., am Processus condyloideus 75 Mm. Ersterer Fortsatz ist vorn stark gerundet und hat eine niedrige Spitze. Die Incisura semilunaris schneidet nicht tief in den Knochen ein, dicht am Kronfortsatze ist sie noch am tiefsten.

Der Gelenkfortsatz ist ziemlich stark nach hinten geneigt. Der Kopf ist beträchtlich, 25 Mm. lang, von aussen nach innen und nur wenig nach hinten gekehrt und gewölbt, die Fossa condyloidea aber ist unbedeutend. Die Winkel sind stumpf. Die Lineae obliquae internae zeigen sich hinter der letzten Backzahnalveole scharf vorspringend, ihre nach den Kronfortsätzen hinstrebenden Labia sind stärker, die nach den Gelenkfortsätzen hinziehenden dagegen schwächer ausgeprägt. Unter diesen letzteren klaffen die weiten Foramina maxillaria posteriora. Von einem Sulcus mylohyoideus sieht man jederseits kaum Spuren. Die Aeste haben ziemlich starke Muskelimpressionen, namentlich an ihrer Innenfläche, woselbst sie in Nähe der Winkel vorspringende Höcker und Zacken bilden.

No. 134 (vgl. a. a. O. 1872, Taf. III. Fig. 2, 2a). Der Kinntheil ist nur wenig von vorn und oben nach hinten und unten zugeschrägt, zwar etwas mehr als 16111 und 24182, aber weniger als 127. Die Joche der Schneide- und Eckzähne sind ausgeprägt, letztere grenzen hier auch ein deutliches Dreieck ab. Die Vorder- oder Aussenfläche desselben ist wenig gewölbt, ohne Spur einer Spina mentalis externa. Hinten oder innen findet sich jene schon mehrfach erwähnte, in ihrer Tiefe von einem grossen und einem kleinen Loche durchbrochene Grube. Letzteres Loch durchbohrt wieder den Grund einer kleineren Grube. Der zapfenartige Knochenvorsprung hart an der Basis (S. 281) ist hier lang und spitz, nach hinten und ein wenig nach abwärts gekehrt. Die Höhe des Körpers nimmt auch bei diesem Specimen hinter den Eckzähnen be-

trächtlich ab. Der Limbus alveolaris verläuft ziemlich gerade nach hinten. Das Foramen mentale anterius liegt unter der Alveole des zweiten Backzahnes und zieht sich, länglicher Gestalt, bis unter die Alveole des dritten dieser Zähne hin. Dasselbe ist 18 Mm. vom Zahnfachrande und 14 Mm. von der Basis mandibulae entfernt. Die Letztere verhält sich wie bei dem unter voriger Nummer beschriebenen Stücke.

Die Aeste biegen sich unter stumpfem Winkel vom Körper ab. Sie sind breit (49 Mm.), am Processus coronoideus 63, am Proc. condyloideus 62 Mm. hoch, also niedriger wie bei der voranstehenden Nummer. Ersterer Fortsatz ist vorn gerundet, endet in eine stumpfe Spitze und ist durch eine weite, ziemlich tief eingeschnittene Incisura semilunaris vom Gelenkfortsatz getrennt. Letzterer Fortsatz erstreckt sich stark nach hinten, hat einen ziemlich gerade von aussen nach innen, nur wenig nach hinten gekehrten, langen (23 Mm.), gewölbten Gelenkkopf und eine ausgeprägte Gelenkgrube. Die Lineae obliquae externae sind auch hier nur am Beginn der Aeste scharf und hervorragend. Die Lineae obliquae internae sind hinter den letzten Backzähnen sehr hervorragend und sehr scharf. Ihre Labia aber nehmen bald an Stärke ab, freilich bleibt Lab. posterius doch noch stärker als Lab. anter. Zwischen beiden Labia findet sich eine sehr merkliche, bei den vorgehend beschriebenen Schädeln nur schwach (am meisten noch bei 16 Mm.) ausgeprägte dreieckige Vertiefung. Das Foramen maxillare posterius ist weit geöffnet und mit breitem Halbkanal versehen. Sulcus mylohyoideus kaum wahrnehmbar. Die Winkel sind stumpf. Aussen und namentlich innen an den letztgenannten Punkten finden sich starke Muskelimpressionen. Dieser ganze Unterkiefer ist fest, dick, schwer und fettglänzend.

No. 127 und die folgende Nummer sind leichter, matter, zeigen aber auch freilich deutliche Spuren beginnender Verwitterung. Der Schädel No. 134 ist nicht so auffallend glänzend, als wie der zugehörige Unterkiefer.

No. 135. Der Kinntheil ist hoch, im untern Theile seiner

Aussenfläche ist er convex. Die Eckzahn- und Schneidezahnjoche sind ausgeprägt. Erstere schliessen ein Dreieck ab. Eine Spina mentalis externa ist nicht wahrnehmbar. Die Innenfläche dieser Knochenpartie zeigt die schon mehrfach beschriebenen Eigenthümlichkeiten auch der übrigen Chimpanse-Unterkiefer, den mittleren Querwulst, die Grube, deren Grund hier von zwei grösseren Löchern durchbohrt wird, den zapfenartigen Vorsprung, welcher an dem in Rede stehenden Specimen kurz ist und in mehrere Zacken getheilt erscheint. Hinter den Eckzahnjochen verringert sich die Höhe des Seitentheiles des Körpers bis zu den Aesten hin wieder beträchtlich. Das rundlich-ovale Foramen maxillare anterius befindet sich unterhalb der Alveole des zweiten Backzahnes und zieht bis unter diejenige des dritten Backzahnes hin. Die Basis ist vorn und in der Mitte stumpf, nur im hintersten Theile bis gegen die Aeste hin ist sie etwas zugeschärft.

Die Aeste sind unter stumpfem Winkel vom Körper abgebogen, in den Processus coronoidei 64, in den Proc. condyloidei 70 Mm. hoch und 43 Mm. breit, schmäler als bei No. 134. Die Lineae obliquae externae sind in Nähe der Aeste ausgeprägt. Der vordere Rand des Proc. coronoid. ist zugerundet und stumpf wie die Spitze und wie selbst der Hinterrand dieses Fortsatzes. Die Incisura semilunaris ist ziemlich tief eingeschnitten, der Proc. condyloid. stark nach hinten geneigt. Der Knorren hat einen deutlichen Hals mit nur kleiner flacher Fossa, ist stark nach innen, aber nur wenig nach hinten geneigt, gross und an seiner Superficies articularis nach hinten abgeflacht. Die Lineae obliquae internae sind eine jede sammt ihren beiden Labia, stark ausgeprägt. Das Foramen maxillare posterius ist meist ohne Lingula, der Sulcus mylohyoideus ist sehr ausgeprägt. Starke Muskelimpressionen zeigen sich auf der Innen- und Aussenfläche der Aeste, namentlich aber innen, an den hier eckig abgestumpften Winkeln.

No. 136. Der Kinntheil ist noch in der Mitte am stärksten gewölbt, zeigt ziemlich ausgeprägte Schneide- und Eckzahn-

joche, welche letzteren unten hart an der Basis zwei buckelartige Hervorragungen bilden. Durch den Limbus alveolaris, die Eckzahnjoche und die Bas. mnadibul. wird hier nicht ein Dreieck, sondern ein Trapezoid abgegrenzt, dessen kleinere Seite mit der Basis parallel zieht. Auf der Hinter- oder Innenfläche wiederholt sich meist das früher Beschriebene. Der Querwulst ist stark, die Grube nicht gross und tief, von mehreren kleinen Löchern durchbohrt, deren sich auch noch in der Umgebung finden. An Stelle des hier fehlenden zapfenartigen Vorsprunges zeigen sich nur einige Höckerchen an der Basis. Die Seitentheile der Aeste nehmen auch hier hinter den Eckzahnalveolen an Höhe ab. Der ganze Keilbeinkörper ist aber im unteren Abschnitte des Kinntheiles und des Beginnes der Seitentheile dergestalt nach unten umgebogen, dass die in dieser ganzen Gegend stark zugeschärfte Basis statt, wie sonst direct nach abwärts, vielmehr nach einwärts und hinterwärts gekehrt erscheint. Es findet sich daher zwischen der Basis und einem stumpfen die Absenkung des Körpers kennzeichnenden Wulste, jederseits ein von vorn nach hinten an Breite abnehmendes Planum, mit welchem der Unterkiefer auf einer Unterlage ruhen kann. Weiter hinten an den Seitentheilen des Körpers ist die Basis stumpf, nach den Aesten zu wird sie wieder scharf. Das Foramen maxillare anterius befindet sich unterhalb des ersten und zweiten Backzahnes und zwar gerade unterhalb des die Alveolen beider Zähne trennenden Septum interalveolare, ist vom Limbus 16, von der Basis 14 Mm. entfernt.

Die Aeste sind unter sehr stumpfem Winkel nach hinten gebogen, im Processus coronoideus 62, im Proc. condyl. 66 Mm. hoch und 40 Mm. breit, also schmäler als bei 134, 135. Die Lineae obliquae externae sind auch noch vorderhalb und unterhalb der Astbasis ausgebildet. Der Proc. coronoid. ist vorn gerundet, hat eine stumpfe Spitze und ist durch eine nicht tief eingeschnittene Incisura semilunaris von dem weit nach hinten gestreckten Proc. condyloideus getrennt. Letzterer hat eine flache Fossa, sowie einen nach innen und etwas nach

hinten gekehrten langen (24 Mm.), an seiner Superficies articularis gewölbten Knorren.

Die Lineae obliquae internae sind auch hier stark ausgeprägt, aber mehr im Hauptverlauf, als in den Labia. Gegen das weite Foramen maxillare posterius hin zieht ein langer breiter Halbkanal. Von einem Sulcus mylohyoideus ist kaum eine Spur vorhanden, die Linea mylohyoidea ist hier wohl, bei No. 135, 134, 2418 schwächer, bei 127 und 16111 fast gar nicht ausgebildet. Die Muskelimpressionen sind nicht beträchtlich, die Winkel abgerundet stumpf.

Im Begriff, zunächst den Zahnbau des Bam ins Auge zu fassen, erhalte ich für das hiesige Museum einen von dem Afrikareisenden Herrn v. Koppenfels in den Gabun-Gegenden erworbenen Chimpanseschädel. Es erscheint mir nun rathsamer, lieber erst diesen und die von Dr. Lenz gesammelten Specimina zu beschreiben, bevor ich den Zahnbau dieser Thiere in der Gesammtheit einer Betrachtung unterziehe.

Der von Hrn. v. Koppenfels eingesendete Schädel gehört einem älteren Thiere an. Die Nähte desselben sind z. Th. verwachsen. Die Augenhöhlenbogen sind sehr ausgeprägt und wulstig hervorragend. In der Mitte stosssen sie zusammen. Nach Aussen biegen sie sich allmählich abwärts und etwas hinterwärts und gehen unter stumpfen Winkeln in beide, die Processus sphenofrontales mit in sich begreifende Seitenränder über. Das Jochbein ist nach vorn und etwas nach aussen gerichtet, der Jochbogen zieht gerade, ohne Krümmung, nach unterwärts. Die Augenhöhle ist rhombisch, 39 Mm. hoch und 31 Mm. breit.

Der Unteraugenhöhlenrand ist stumpf nnd deckt den Eingang zum Canalis nasolacrymalis. Die Scheidewand der Augenhöhlen hat eine Dicke von 26 Mm. Der abschüssige Nasenrücken ist in den oberen zwei Dritteln convex, in der Mitte des unteren Drittels vertieft. Seitwärts ist diese Vertiefung von wulstigen, den Processus nasofrontales angehörenden Erhabenheiten begrenzt. Nach aussen von letzteren finden sich

wiederum Vertiefungen [1]) auf den (übrigens mit den Nasenbeinen verwachsenen) Processus nasofrontales. Der obere und innere Theil der Malargegend ist breit und flach, nach aussen und unten öffnen sich die ausgebildeten Fossae caninae. Die Apertura pyriformis ist nicht gross, 22 Mm. hoch und 21 Mm. breit. Der Boden der Nasenhöhle liegt hinter einem, nur Spuren einer zweizinkigen Spina nasalis zeigenden Querwulste versteckt, welcher dem Processus palat. oss. maxill. super. angehört. Die Alveolarjoche der grossen breiten Schneidezähne sind ausgeprägt. Starke Eckzahnjoche grenzen ein breites, nur wenig gewölbtes Alveolardreieck oder Planum ab. Die an der Vorderfläche des Antlitzschädels sich öffnenden Foramina, wie infraorbitalia und zygomatica anteriora sind weit. An der Vorder- oder Aussenwand der Alveole des (fehlenden) äussersten Schneidezahnes beiderseits findet sich ein rundes, ganzrandig begrenztes mit dem Zahnfache communicirendes Loch.

Die Prognathie dieses Schädels ist beträchtlich. Der unzählige Löcher zeigende harte Gaumen ist lang (77 Mm.) und vorn breiter (39 Mm.) als hinten (28 Mm.).

Der Hirnschädel ist durch eine tiefe Einsattelung von den Augenhöhlenbögen getrennt und gewölbt. Die nicht erhabenen Cristae sagittales laufen dicht neben den feinhöckrigen Lineae semicirculares her. Die Crista lambdoidea ist mässig hoch, aber scharf, sie setzt sich aus den beiden Cristae sagittales fort und geht mit einer vorderen Lefze in den Jochbogen, mit einer hinteren in den hier recht beträchtlichen Processus mastoideus über. Diese Lefzenbildung der Crista lambdoidea tritt bei den durchschnittlich mit schwächeren Processus mastoidei versehenen Bam-Schädeln (No. 137 etwa ausgenommen) nicht so deutlich hervor. Protuberantia und Crista occi-

---

1) Leider kann dieser charakteristisch gebildete Schädel erst bei der nächsten Fortsetzung dieser Arbeit mit abgebildet werden. Die den vorliegenden Abschnitt begleitenden Tafeln lagen nämlich seit Jahr und Tag fertig und konnte nun eine andere die neuerworbenen Schädel darstellende Tafel so schnell nicht angefertigt werden, als es der Abdruck obiger Zeilen erforderte.

pitalis externa sind wenig ausgebildet, die Lineae nuchae der stark gewölbten Hinterhauptsschuppe sind sehr verwischt. An der Basis des Schädels zeigen sich tiefe Gruben (z. B. Fossae condyloideae), weite Foramina (z. B. condyloidea antica, stylomastoidea) und kräftige Vorsprünge (z. B. Condyl. und Muskelimpressionen), aber kaum geringe Spuren der Griffelfortsätze. Der Unterkiefer fehlt. Der ganze Schädel ist schwer, glatt, glänzend. Seine ganze Form nähert sich derjenigen des in Bischoff's Atlas Taf. V. Fig. 5 abgebildeten Chimpanse-Schädels. Wenig aber stimmt, abgesehen von etwaigen Geschlechtsunterschieden, unsere No. 16111 damit überein. Die Bam-Schädel haben zwar im Hirntheil manches mit dem v. Koppenfels'schen Specimen Uebereinstimmendes. Indessen ist ihr Antlitztheil doch durchschnittlich prognather, als es bei letzterem der Fall. Selbst 16111 ist prognather als dieser.

Der von Dr. Lenz gelieferte Schädel (No. 13, der jüngsten Sendung dieses Reisenden) gehört einem alten Thiere an. Derselbe zeigt mässig starke Augenhöhlenbögen, welche an der Stirnmitte durch eine wenig tiefe Einsattlung kaum von einander getrennt, in ihrem Verlauf nach aussen abwärts und hinterwärts einige unregelmässige knollige Anschwellungen besitzen. An der Stelle des Ueberganges des oberen, noch dem Bereiche des Margo supraorbitalis angehörenden Theiles dieses Knochenbogens in den gerade abwärts und vorwärts ziehenden Aussenrand zeigt sich eine stark vorspringende Ecke, welche aber doch nicht so weit vorragt, als z. B. am Bam-Schädel No. 132. Die Malargegend ist ziemlich flach, nur wenig gewölbt, nach vorn und aussen gekehrt. Der scharfe Margo infraorbitalis deckt den Eingang zum Canalis nasolacrymalis. Der Nasenrücken steigt von oben bis zum Beginn des zweiten Drittels seiner Länge steil nach abwärts. Im Bereiche seiner oberen Zweidrittel ist derselbe längs des noch erkennbaren Verlaufes seiner verschmolzenen Sutura nasalis etwas convex. In seinem unteren Drittel aber flacht er sich ab. Letzteres ist ausserhalb der noch erkennbaren Demarcation an der jederseitigen ebenfalls verschmolzenen Sutura naso-maxillaris gegen

ein. Ich sehe sie z. B. an unserem noch sehr jungen Chimpanse-Schädel No. 12171 fast vollständig vollzogen und sehe sie sich vollziehend an dem älteren, aber noch das Milchgebiss enthaltenden unlängst aus Chinchoxo in Loango (Dr. Güssfeldt's Expedition) eingesendeten Chimpanse.[1]) Ich erinnere mich sogar dergleichen frühzeitige Verwachsung der Sutura nasalis an z. Th. sehr jungen Chimpanse- und Gorilla-Schädeln des Muséum d'histoire naturelle zu Paris wahrgenommen zu haben. Sie zeigen sich ferner bei jungen Orangs unserer Museen. Später mehr darüber. Die Processus nasofrontales unseres Specimen zeigen sich an ihrer Gesichtsfläche leicht vertieft. Die Malarregionen sind hoch und breit, convex und gehen in die schmalen gerade nach hinterwärts und etwas nach auswärts mit nur geringer hinterer Bogenspannung ziehenden Jochbögen über. Man findet hier ein oberes kleineres und darunter befindliches weiteres, im oberen Beginne der ziemlich tiefen Fossae caninae sich öffnendes Foramen infraorbitale. Die Apertura pyrifor. ist klein, fast kartenherzförmig, oben schmal, dann nach unten sich plötzlich erweiternd, 24 Mm. hoch und 24 Mm. breit. Ihr Boden liegt hinter einem kaum Spuren eines unteren Nasenstachels zeigenden Querwulst und geht in den sehr concaven Boden der Nasenhöhlen über. Die Eckzahnjoche grenzen einen vorderen Alveolarraum oder ein Planum maxillare ab, welches ein mit der schmaleren Seite den Oberrand der Apertura pyriformis schneidendes Trapezoid darstellt.

Die zwischen Boden der vorderen Nasenöffnung und Alveolarrand der Oberkieferbeine gelegene Partie dieses Knochentheiles ist breit, wenig gewölbt und nach oben gekehrt. Der Schädel ist prognath. Die Schneidezahnjoche sind mässig, die Eckzahnjoche sind stark entwickelt. Auswärts von letzteren kehren sich die hier concaven Oberkieferbeine direct nach hinten. Der harte Gaumen ist 72 Mm. lang und 37 Mm. breit.

1) Vergl. Bischoff's Text S. 17 und seine Tafeln XIX. Fig. 21 Troglod. niger ♀ juv., Fig. 22 Troglod. Gorilla juv. und XXII. Simia Satyrus juv. Gratiolet et Alix a. a. O. S. 54.

In seinem Umfange erscheint dies Exemplar gewölbt und zwar mehr, als dies an anderen Chimpanse-, namentlich Bam-Schädeln, der Fall zu sein pflegt.

Der Hirnschädel ist durch eine nur seichte Einsattelung von den Augenhöhlenbögen abgegrenzt, gewölbt und namentlich hinten von einer Breite, welche an die normale ähnliche Beschaffenheit der weiblichen Gorilla-Schädel erinnern könnte. Die Cristae sagittales sind schwach, die kammartig scharf und hoch an den Jochfortsätzen des Stirnbeines beginnenden Lineae semicirculares inferiores sind stärker entwickelt. Letztere gehen in die hervorragende, an den Zitzentheilen der Schläfenbeine flügelförmig nach aussen sich verbreitende Crista lambdoidea über. Zwischen der Kranz- und dem Beginne der Pfeilnaht befinden sich ein rechtes breiteres und linkes zwar schmaleres aber auch längeres Zwickelbein. Das Hinterhauptsbein ist herausgebrochen. Die Processus mastoidei sind hier sehr stark, Spuren der Proc. styloidei sind neben den kleinen Foramina stylomastoidea vorhanden.

Zahnbau[1]): Die Zahnformel für Chimpanse, Gorilla und Orang-Utang ist $i\frac{2}{2}\, c\frac{1}{1}\, p\frac{2}{2}\, m\frac{3}{3}$, d. h. derjenige der Catarrhina im Allgemeinen. Für die Milchzähne gilt bei diesen allen die Formel $i\frac{2}{2}\, c\frac{1}{1}\, m\frac{2}{2}$. Nach Magitot's Untersuchungen erfolgt der Durchbruch der Milchzähne wie beim Menschen in folgender Weise: 1) brechen hervor die unteren Schneidezähne. 2) Die oberen Schneidezähne. 3) Die Praemolaren. 4) Die Molaren (letzten Prämolaren). 5) Die Eckzähne.[2]) Dies wird von Giglioli bestätigt.[3]) An einem vor mir befindlichen angeblich etwa zweijährigen, von Loango stammenden Chimpanseschädel[4]) bemerkt man 20 Milchzähne, desgleichen an dem vielleicht 1¼jährigen Schädel No. 12171 unseres Mu-

1) Vergl. Jahrgang 1872, Vaf. V.

2) Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris, 1869, p. 113.

3) A. a. O. S. 30 (des Extraabdruckes), S. 83 der Arbeit in den Annali.

4) Güssfeldt'sche Expedition.

seum.[1]) Am ersteren, dessen Alveolen von Aussen her geöffnet wurden, zeigen sich hinter den Wurzeln der Schneidezähne des Unterkiefers die breiten, permanenten, derselben Kategorie angehörenden Zähne.[2]) Im Oberkiefer dagegen erscheint hinter den Wurzeln der Schneidezähne jederseits erst nur ein sehr grosser (11 Mm. breiter) bleibender Incisive, welcher von oben nach unten fein gerieft erscheint. Die von vorn nach hinten comprimirten Wurzeln der im Oberkiefer und Unterkiefer befindlichen Milch-Schneidezähne sind noch nicht abgenutzt. Die grösseren inneren (1 und 2) des Oberkiefers haben eine trapezoidische, 5½ Mm. hohe und 8½ Mm. breite Krone.[3]) Die Vorderflächen derselben theilen je zwei breitere Rinnen in je drei Felder ab, ein mediales und zwei laterale. Das mediale Feld ist an den nur 4 Mm. hohen und nur 6½ Mm. breiten Kronen der äusseren Schneidezähne der Oberkiefer nur sehr schmal. Am Unterkiefer sind innere und äussere Milch-Schneidezähne mit fast gleich grossen Kronen vertreten, indem Höhe und Breite derselben nur um Bruchtheile eines Millimeters von einander abweichen. An den inneren Schneidezähnen des Oberkiefers finden sich hinten ein medialer Wulst und zwei laterale concave Felder. An den äusseren Schneidezähnen ebnen sich die letzterwähnten Concavitäten bereits. An den Schneidezähnen des Unterkiefers sind entsprechende Skulpturen der Vorder- und Hinterflächen zu bemerken, wenn auch weniger deutlich, als oben. Auch findet man dieselben am Schädel No. 12171 wieder.

Während nun am letzteren die hier mehr ein spitzwinkliges Dreieck darstellenden Milch-Eckzähne erst im Durchbruch

1) Vergl. Jahrgang 1872, S. 147 ff.

2) „The next permanent teeth that appear are the middle incisors of the lower jaw“ etc. — „Then the two large middle upper incisors come into place.“ (Owen: Odontography, London 1840—1845. Vol. I, p. 448. Vol. II, pl. 120i¹.)

3) Bei Ausführung der Zahnmessungen habe ich mich im Allgemeinen der von Reinh. Hensel angenommenen Methode bedient. Vergl. dessen Beiträge zur Kenntniss der Säugethiere Südbrasiliens. Abhandlungen der Akademie der Wissensch. zu Berlin, 1872.

begriffen sind, ragen dieselben am Loango-Schädel mehr rechtwinklig dreieckig mit 8½ Mm. langer und 8 Mm. breiter, vorn stumpf-, hinten scharfrandiger, spitzer Krone frei hervor. Es findet sich an jedem derselben vorn nahe am Hinterrande eine von der Spitze bis zur Kronenbasis reichende Längsrinne. Die Hinterfläche ist im Gegensatz zur convexen äusseren eben, hat aber eine mittlere, von erhabenen Randwülsten begrenzte, breite Längsrinne. Nach Magitot ist die Reihenfolge des Durchbruches der bleibenden Zähne, wie hier angegeben: 1) Erste grosse Backzähne. 2) Untere und obere Schneidezähne. 3) Praemolaren. 4) Eckzähne. 5) Zweite grosse Backzähne. 6) Dritte grosse Backzähne. Giglioli bestätigt diese Angabe, findet jedoch eine Ausnahme an einem ♂ Gorilla-Schädel, an welchem das Hervorbrechen der permanenten Eckzähne fast gleichzeitig mit demjenigen der dritten grossen Backzähne und nach demjenigen der zweiten Zähne dieser Abtheilung erfolgt. Unser italienischer Forscher bemerkt, dass der Durchbruch der Eckzähne immer länger zu dauern scheine, als derjenige der anderen Zähne.[1])

Der dreieckige, von vorn nach hinten comprimirte, wurzellose, 7 Mm. lange und breite, vorn gewölbte, hinten mit vier Längsriefen versehene permanente Eckzahn des Loango-Schädels liegt in einer hinter der Alveole des Milch-Eckzahnes und oben zwischen derjenigen des Incis. perman. I, sowie derjenigen von Praemol. perman. I befindlichen Bildungshöhle. Von den hinfälligen vorderen oder kleinen Backzähnen oder Praemolaren ist der erste (unmittelbar auf den Eckzahn folgende) im Oberkiefer mit drei äusseren und einem inneren Höcker versehen. Der mittelste der drei äusseren Höcker ist der längste. Der zweite grössere Praemol. decid. hat vier, zwei äussere und zwei innere Höcker. Alles dies ist bei 12117 noch gut zu erkennen. Die Wurzeln dieser Milchzähne sind kurz, hinter ihnen liegen in ihren Alveolen die noch wurzellosen bleibenden Praemolaren. Der erste dieser zuletzt genannten liegt zwischen Can. decid., Can. perman. und Praemol. decid. 1 et 2; Prae-

1) A. a. O. S. 31 (84).

mol. perman. 2 aber liegt hinten zwischen Praemol. decid. 1 et 2.

Mol. perman. 1, der erste grosse Backzahn, Mahlzahn, ist im Durchbruch begriffen, Mol. perman. 2 ist in seiner Alveole sichtbar.

Die Milch-Eckzähne des Unterkiefers sind 8 Mm. lang und an der Kronenbasis $6^1/_2$ Mm. breit, spitzkeilförmig, aussen convex, innen durch eine von der Spitze zur Kronenbasis ziehende starke kielförmige Kante in ein vorderes leicht concaves und ein hinteres Feld getheilt. Letzteres läuft in einen hinteren, ziemlich spitz endenden nahe dem unteren Kronenrande befindlichen Höcker aus. Hinter der Wurzel dieses Milchzahnes liegt der kurze bleibende Canin. Von den Milchbackzähnen ist der erste mit einem durch einen Einschnitt in zwei kleinere getheilten Höcker versehen, der zweite hat zwei äussere und zwei innere durch eine tiefe Furche gesonderte Höcker. Der dritte Backzahn ist dem Durchbruch nahe. Uebrigens öffnen sich in den Oberkiefern und im Unterkiefer die Alveolen der bleibenden Zähne am jenseitigen Limbus.

Am Schädel No. 16111 (erwachsenes Thier!) befinden sich in den Oberkiefern und im Unterkiefer die vollen 32 Zähne. Der Vergleichung mit den Zähnen der Bam wegen will ich dieselben hier in Kürze charakterisiren.[1])

Die Kronen der Schneidezähne sind breit-meisselförmig, vorn convex und mit Quer- und mit (dieselben kreuzenden) Längsriefen versehen, wodurch die Vorderflächen dieser Theile ein fein gegittertes Aussehen erhalten. Die grössten inneren Schneidezähne haben eine Kronenbreite von 13 Mm., die kleinen äusseren dagegen von nur 8 Mm. Zwischen Schneide-

1) Vergl. Jahrgang 1872, Taf. V. Hier sind dargestellt: Chimpanse-Schädel No. 16111 in Norma basilaris in Fig. 4. Bam-Schädel No. 24182 in N. basil. in Fig. 1. Rechter Oberkiefer desselben von unten in Fig. 1a. Rechter Unterkiefer desselben von oben in Fig. 1b. Rechter Oberkiefer des Bam-Schädel No. 136 von unten in Fig. 2. Rechter Unterkiefer desselben in Fig. 2a. Bam-Schädel No. 137 in Norma basilaris in Fig. 3.

und Eckzähnen findet sich je eine Lücke von $5^1/_2$ resp. nur 5 Mm. Weite. Von den Eckzähnen ist der rechte normal, der linke im unteren Drittel abgenutzt. Jener hat eine etwa ein gleichschenkliges Dreieck darstellende Form, besitzt einen vorderen stumpfen, gerade abwärts ziehenden und einen hinteren, scharfen, in seinem oberen Drittel eingebuchteten, an der Kronenbasis in einem hinteren Höcker endigenden Rand. Die convexe Aussenfläche erscheint ebenfalls quer- und längsgerieft. Bei der bogenförmigen Krümmung der Alveolarfortsätze und bei der leichten Krümmung der Eckzähne dieses Thieres ist die Spitze der letzteren nach hinten und innen, aber nur wenig nach aussen gekehrt. Länge $13^1/_2$, Breite 11 Mm. Da die Hinterflächen der Schneide- und Eckzähne dieses Thieres stark abgenutzt sind, so ist über dieselben weiter nichts mitzutheilen. Von den Praemolaren hat der vordere eine abgekauete, nur noch einen Aussenhöcker zeigende Krone, der hintere dagegen lässt nach einiger Usur den Innenhöcker noch ganz gut erkennen. Die zwei anderen Backzähne haben jederseits zwei Aussen- und zwei Innenhöcker, welche durch mäandrische Schmelzzüge mit einander verbunden werden.

Innen läuft eine zwischen beiden entsprechenden Höckern entspringende, bis zur Kronenbasis reichende Furche über die Kronenbasis hinweg. Der dritte Backzahn hat jederseits zwei äussere und zwei innere Höcker. Von letzteren ist der vordere grösser, der hintere kleiner. Längs- und Querriefen sind an den Backzähnen sehr wenig entwickelt, dagegen bemerkt man an ihren Vorder- und Hinterflächen die die Haupthöcker von einander sondernden Furchen, dies ganz wie beim Menschen, bei sonstigen Affen und Säugethieren überhaupt.

Der Unterkiefer dieses Specimen zeigt uns zwei innere, meisselförmige Schneidezähne, deren Innenränder gerade abwärts verlaufen, während die Aussenränder derselben mehr schräge von oben und aussen nach unten und innen ziehen. Darauf folgen zwei breit meisselförmige äussere Schneidezähne, deren Innenränder von oben innen, deren Aussenränder ebenfalls von oben innen, nach unten und aussen ziehen. Letztere Zähne

zeigen an ihrer Krone demnach die Gestalt je eines Parallelogrammes. Die Gitterzeichnung ist wenig an ihnen ausgebildet. An ihrer Hinterfläche sind auch sie abgenutzt, indessen lassen sich hier dennoch Reste jener an den entsprechenden Milchzähnen (S. 298) erwähnten Unebenheiten erkennen. Zwischen ihnen und den Eckzähnen befindet sich nur je eine schmale Lücke ($3^1/_2$ Mm. s. obenb. Oberkiefer.) Die Eckzähne sind aussen convex und zeigen die Gitterzeichnung bis zum oberen Drittel. An ihrer Innenfläche finden sich auch noch Spuren derselben. Wie bei den Milchzähnen des Loango - Schädels (S. 295) wird diese Fläche durch eine kielförmige Kante in ein vorderes concaves und hinteres mehr ebenes Feld getheilt. Dieses durch Abnutzung verbreitert, läuft in einen nahe der Kronenbasis befindlichen nach hinten vorragenden Höcker aus. Beide Zähne sind nach aussen und hinten gekrümmt. Länge 14 Mm., Breite 10 Mm.

Vorder- und Eckzähne dieses Exemplares ragen schräg nach vorn und aussen vor. Stellt man den Schädel in die Norma verticalis ein, so sieht man die Eckzähne desselben wie diejenigen eines Raubthieres nach aussen vorragen. Die vorderen Praemolaren zeigen einen äusseren, etwas nach vorn gerichteten und einen inneren etwas nach hinten gekehrten Höcker, ferner einen äusseren hinteren secundären Höcker. Ein dünner Wulst zieht an der Kronenbasis hin. Praem. II dagegen hat einen äusseren und einen ihm gerade gegenüber befindlichen inneren Höcker, sowie eine zwischen beiden befindliche, hintere Concavität. Mol. I hat drei Aussenhöcker, deren vorderster der grösste, deren hinterster der kleinste ist, ferner einen inneren und vorderen grösseren, sowie einen inneren und hinteren kleineren Höcker. Tiefe Furchen sondern diese sämmtlichen Höcker. Mol. II hat zwei äussere und zwei ihnen entgegenstehende innere Höcker, von denen der vordere innere der grössere ist und endlich einen breiten hinteren Höcker. Die vordersten dieser Unebenheiten der Kaufläche werden durch eine tiefe Furche von einander getrennt. Mol. III, etwas medianwärts und abwärts geneigt, hat zwei äussere und zwei innere Höcker. An den äusseren ist der vordere der

grössere. Innen rechts ist der vordere grösser, mit einem hinteren Nebenhöckerchen versehen, innen links ist aber der vordere kleiner und der hintere grösser.

Schmelzzüge verbinden auch hier die Höcker der Backzähne mit einander. Auch die Kauflächen der Unterkieferzähne sind an diesem Specimen abgekaut.

Ein ganz ähnliches Bild zeigen die (nicht abgekauten) Kronflächen der Backzähne in Owen's Abbildung[1]); nur hat in letzterer der vordere Aussenhöcker von Mol. I noch eine ihn in eine vordere und hintere Abtheilung abgrenzende, über den äusseren Kauflächenrand hinweglaufende Furche. Bei Bischoff sehen wir vom Chimpanze nur die Kauflächen der Oberkieferbackzähne abgebildet. An dem daselbst dargestellten ♂ Schädel ist die Abkauung der Zähne eine so starke, dass hier an die Vergleichung mit unserem Schädel nicht gedacht werden kann. Gleiches ist mit dem von Bischoff nach Berlin geschenkten, übrigens so ausgezeichnet gearbeiteten, im Eingange dieser Arbeit erwähnten Gipsmodelle eines alten ♀ Chimpanse-Schädels der Fall. Dagegen lässt der von Bischoff abgebildete ♀ Schädel (a. o. a. O. Taf. XVII.) eine Uebereinstimmung an den Kauflächen der Backzähne mit dem unsrigen erkennen.

Am Bam-Schädel No. 24182 haben die Eckzähne und Praemolaren nicht alle gewechselt. Von Praemol. II ist der linke obere erst durchgebrochen. Mol. III steckt noch in den Alveolen.

An den übrigen mir vorliegenden Bam-Schädeln fehlen leider viele Zähne. Wie eingangs erwähnt wurde, sind ja die meisten den Votivpfählen der Njam-Njam entnommen und die Zähne daher wohl meist herausgefault. Manche dieser Schädel

---

1) Odontography, II., pl. 119, Fig. 1. („Male Chimpanzee"). Der Oberkiefer bei Owen a. a. O., pl. 118, Fig. 1m ist zwar etwas matt dargestellt (wenigstens an dem in meinen Händen befindlichen Druckexemplare), lässt aber trotzdem die grosse Uebereinstimmung mit 16111 erkennen. Vergl. ferner P. Gervais: Histoire naturelle des Mammifères, Paris MDCCCLIV, vol. I. p. 9 und Blainville, Ostéographie, Atlas, Primates, pl. V.

sind gänzlich ohne Zähne. Die Zahnkronen anderer, wenigstens noch mit einigen Praemolaren versehener Exemplare sind aber dergestalt abgekauet, dass sie sich zur Vergleichung nicht mehr tauglich erweisen. Hier und da finden sich Spuren von Caries (S. 284), auch zeigen sich manche Zahnkronen durch starke Usur (vielleicht in Folge des häufigen Genusses kleinerer hartschaliger Früchte und Fruchtkerne) napfförmig vertieft. An anderen sind die Alveolarwände in Folge eines noch bei Lebzeiten stattgehabten Zahnverlustes resorbirt (a. o. a. O. Taf. V, Fig. 3), ganz wie es bei alten Leuten gefunden wird. Sehr auffallend ist dies auch an dem von Dr. Lenz eingesendeten von mir auf S. 292) beschriebenen Schädel.

Die Schneidezähne der Bam-Schädel No. 24182 und 136 machen gleich auf den ersten Anblick nicht den Eindruck einer so kurzen, breit meisselförmigen Gestalt wie diejenigen von 16111. Jene sind um 4 und 6 Mm. länger als letztere, allerdings sehr stark abgekauete; auch sind erstere um wenige Millim. schmaler. Am v. Koppenfels'schen Schädel sind die Schneidezähne aber gleich lang und nur wenig breiter wie bei 24182. Die unteren Schneidezähne der Bam sind um etwa 4 Mm. länger als bei 16111. Sie sind hier wieder kleiner als die oberen mittleren. Obere und untere Schneidezähne der Bam zeigen nun an ihrer stark gewölbten Vorderfläche ausser der S. 298 erwähnten gitterartigen Skulptur noch je 2, 3 und mehr grössere von der Kronenbasis bis zum Unterrande verlaufende Längsfurchen. (Vergl. Taf. V. und die Figurenerklärung in der Anmerkung zu S. 298.) Keiner der von mir an verschiedenen Orten gesehenen älteren Chimpanse-Schädel zeigte jene Längsfurchen, die selbst von der Innenfläche aus gesehen an dem schon abgekaueten unteren Zahnrande noch sichtbar werden, welcher letztere davon gezackt erscheint. Indess ist es möglich, dass auch dieser Charakter an den Bam-Schädeln sich mit zunehmendem Alter verliert. No. 24182 und 126 sind jüngere Schädel und jene Zahnfurchen machen den Eindruck, als seren sie nur Attribute des jugendlichen Alters. Die permanenten Eckzähne unserer Bam fehlen sämmtlich, sie mögen von ihren früheren wilden, dergleichen

Zahnputz liebenden Besitzern zu Zahnhalsbändern ausgezogen worden sein.

An den Praemolaren und Molaren dieser Schädel finde ich dagegen nichts dieselben von den Chimpanseschädeln irgend wesentlich Unterscheidendes. Die sehr unbedeutenden Differenzen, welche jene noch bieten, z. B. die reichere Entfaltung unversehrter mäandrischer Schmelzzüge zwischen den Haupthöckern der grossen Backzähne können mit Recht ebenfalls dem jugendlichen Alter derjenigen Specimina zugewiesen werden, welche dergleichen Eigenthümlichkeiten wegen ihrer erst schwachen Abnutzung überhaupt noch erkennen lassen.

(Fortsetzung folgt.)

Tafelerklärung.

Taf. VII.

Fig. 1. Unterarm- und Handknochen des Bam No. 24182 in der Dorsalansicht.
„ 2. Dieselben in der Volaransicht.
„ 3. und 6. Unterschenkelknochen desselben Thieres von vorn und hinten.
„ 3. Fussknochen desselben in der Dorsal-,
„ 5. in der Plantaransicht.

Taf. VIII.

„ 1. Unterarm- und Handknochen des Chimpanse No. 16111 in der Dorsal-,
„ 2. in der Volaransicht
„ 5. und 6. Unterschenkelknochen desselben Thieres von vorn und von hinten.
„ 3. Fussknochen desselben in der Dorsal-,
„ 4. in der Plantaransicht.

Eine neue Art der Anwendung des Knop'schen Reagens zur Stickstoffbestimmung des Harns.

Von

F. Plehn in Berlin.

Während alle bisher veröffentlichten Methoden der N-bestimmmung in $\overset{+}{U}$-lösungen mit NaBrO darauf beruhen, dass man den freigewordenen N auffängt, misst und aus dessen Volumen den $\overset{+}{U}$ berechnet, erkennt Verf. die Menge des zerlegten $\overset{+}{U}$ aus dem Volum des verbrauchten Reagens. Er wendet Letzteres ganz nach Art einer Titreflüssigkeit an. In einer grossen Anzahl von Versuchen fand er nämlich, dass man von einer stets in denselben Verhältnissen angefertigten NaBrO lauge immer genau die gleiche Quantität verbraucht, um ein bestimmtes Gewichtstheil $\overset{+}{U}$ zu zerlegen.

Das Verfahren ist dabei folgendes. Man lasse die NaBrO lauge aus einer in $\frac{1}{10}$ CC. getheilten Burette tropfenweise in ein darunter gestelltes, mit der $\overset{+}{U}$-lösung gefülltes, Becherglas fallen. Jeder einfallende Tropfen Reagens zerlegt ein gewisses Quantum $\overset{+}{U}$ und macht in Folge dessen eine sehr deutlich wahrnehmbare Gasentwickelung. Ist der ganze Vorrath von $\overset{+}{U}$ zerlegt, so bleibt auch natürlich jede weitere Gasentwickelung aus. Hieraus ergiebt sich sehr einfach die Beendigung des Experimentes.

Es ist nöthig, das Becherglas ab und zu energisch umzuschütteln, um den mechanisch in der zu titrirenden Flüssigkeit absorbirten N frei zu machen, und aus diesem Grunde empfiehlt es sich auch, ein etwas grösseres Becherglas, als man sonst zur Titrage zu benutzen pflegt, auszuwählen. (Durchmesser etwa 7 Ctm., Höhe 12 Ctm.) Wendet man Harn an, so nehme man 5 CC., verdünne dieselben mit Aq. dest. auf das 5—10fache

und stelle das Becherglas so hoch, dass das Auge des Experimentators grade horizontal durch die Flüssigkeit hindurch sieht. Auf diese Weise wird man auch die feinste Gasentwickelung deutlich bemerken können. Bei Abend stellt man ein Licht hinter das Becherglas in gleicher Höhe mit dem Niveau der zu titrirenden Flüssigkeit. Beginnt man alsdann mit der Titrage, so lasse man sich durch den sehr feinblasigen Schaum, welcher sofort entsteht und auch dem kräftigsten Schütteln kaum weichen wird, nicht stören. So lange derselbe persistirt, kann man sicher sein, dass noch unzerlegter $\overset{+}{U}$ sich in dem Harn befindet. Man lasse daher unbeirrt so lange von dem Reagens einfallen (unter fortwährendem Umschütteln der zu titrirenden Flüssigkeit), bis der Schaum anfängt grossblasiger und in Folge dessen flüchtiger zu werden. Tritt dieser Moment ein, so fahre man vorsichtiger mit dem Titriren fort, in der Weise, dass man von jetzt ab das Reagens an der inneren Wand des Becherglases in die $\overset{+}{U}$-lösung hin abfliessen lässt und nach jedem Tropfen kräftig umschüttelt. Dies letztere ist durchaus nothwendig, damit der mechanisch in der Flüssigkeit absorbirte N ausgetrieben wird. Erleichtert wird die Austreibung des Gases noch ganz besonders dadurch, dass man vorher kleine Glassplitter in die $\overset{+}{U}$-lösung wirft und so das Umschütteln mit der bekannten Spitzenwirkung verbindet. Hat nun erst die Schaumbildung aufgehört, so genügen in der Regel noch wenige Tropfen Reagens, um die letzten Reste $\overset{+}{U}$ zu zerlegen.

Das ganze Verfahren dauert, sobald man sich einige Uebung erworben hat, höchstens 5 Minuten.

Da der Chemismus, wonach NaBrO den $\overset{+}{U}$ zerlegt, noch nicht hinlänglich bekannt ist, so muss man das Volum des Reagens, welches in einer bestimmten Quantität einer genau angefertigten $\overset{+}{U}$-lösung, sämmtlichen N frei macht, empirisch bestimmen (analog dem Princip, welches der Titrirmethode auf Zucker mit Fehling'scher Lösung zu Grunde liegt). Hierbei stiess Verfasser auf eine Schwierigkeit. Brom nämlich, obwohl ein einfacher Körper, schwankt in seinem spec. Gew. zwischen 2·0—3·1. Je nachdem man nun mit einem Reagens arbeitet, welches aus schwerem oder leichtem Brom bereitet wurde, braucht man

weniger oder mehr Reagens zur Herbeiführung der Endreaction. Man thut daher gut, will man eine längere Versuchsreihe mit dieser Methode machen, sich soviel Brom als möglich (etwa (500 Gr.) zu verschaffen und mit einer bekannten $\overset{+}{U}$-lösung den Titre der mit diesem Brom bereiteten NaBrO-lauge festzustellen. Jetzt kann man sicher sein, dass dieser Titre sich constant erhält, bis alles Brom verbraucht ist.[1]) Die Lauge muss für jeden Tag frisch bereitet werden, da sich dieselbe, wie Verf. in vielen Versuchen bestätigt fand, schon nach 24 Stunden zu zersetzen beginnt. Im Gegensatz zu Hüfner benutzte er das Reagens aber gleich unmittelbar nach der Anfertigung, sobald sich die erste stets dabei auftretende Gasentwickelung gelegt und die Lauge geklärt hat Er fand nämlich, dass man schon von diesem Moment an immer das gleiche Volum verbraucht um ein bestimmtes Gewicht $\overset{+}{U}$ zu zerlegen. Erst nach 24 Stunden, wie oben bemerkt, verbraucht man etwas mehr, was auf eine Zersetzung der Lauge hinweist.

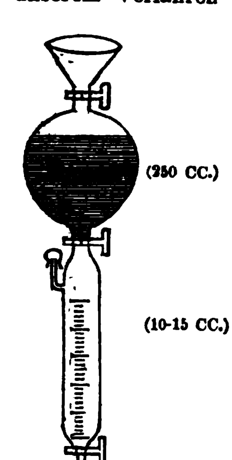
Was nun die Anfertigung der Lauge selbst betrifft, so ist dieselbe nach der Knop'schen Vorschrift etwas umständlich. Diese lautet nämlich: „Man löse 100 Gr. Natr. caust. sicc. puriss. in 250 Gr. Aq. dest. Nach der Auflösung setze man 250 CC. der erkalteten Natronlauge 25 CC. Bromi puri hinzu, lasse die so erhaltene NaBrO-lauge 12—24 Stunden stehen und verdünne dieselbe vor dem Gebrauch auf die Hälfte.“ Um die Vereinfachung dieses Verfahrens glaubt sich Verf. ein kleines Verdienst erworben zu haben. Derselbe nahm statt der oben beschriebenen 40 pCtigen, jedesmal neu anzufertigenden Natronlauge die officinelle nur 30 pCtige. Er erhielt mit dem daraus bereiteten Knop'schen Reagens ganz genau dieselben Zahlen, wie mit aus 40 pCtiger Lauge bereitetem. Hierdurch erspart man das Abwägen und das Lösen des Natron caust., beides ziemlich unangenehme Arbeiten.

Das unangenehmste aber und zugleich schwierigste bei der

---

1) Verf. bereitete sich täglich das Reagens von einem Bromvorrath, welcher 6 Wochen reichte und benutzte von diesem Reagens ganz constant 4·1 CC. um 0·1 $\overset{+}{U}$ zu zerlegen.

Bereitung der NaBrO-Lauge ist entschieden das Abmessen des Broms wegen der grossen Flüchtigkeit desselben und seines für Augen und Nase geradezu unerträglichen Dampfes. Selbst ein guter Abzug schützt nicht ganz vor dem letzteren. Durch diese beiden Eigenschaften wird die Sicherheit der Brom-Messung oft genug in Frage gestellt, und gerade auf sie kommt es ja bei unserem Verfahren der Ů bestimmung ganz besonders an. Um nun beide Fehlerquellen möglichst gleichmässig auszuschliessen und das ganze Geschäft des Bromabmessens angenehmer und handlicher zu machen, liess ich eine eigens dazu bestimmte Bromburette anfertigen, die sich denn auch in der Folge trefflich bewährt hat.[1]) Sie besteht aus einer kurzen Burette und einem darüber geblasenen kugligen, zur Aufnahme des Brom's in toto bestimmten Recipienten, welcher sowohl gegen die Burette als nach oben hin, wo er in einen kleinen Trichter ausmündet, durch Glashähne abgeschlossen ist. Eine Gebrauchsanweisung dieses Apparats braucht man nicht zu geben, derselbe erklärt sich von selbst. Zu bemerken wäre bloss noch, dass von dem obersten Theil der eigentlichen Burette ein kleines Röhrchen abgeht, welches oben eine aufgeschliffene Kappe trägt. Tritt nämlich während des Gebrauchs des Apparats eine Stockung im Ausfliessen ein, so braucht man nur die kleine Kappe zu lüften, um die Druckstörungen im Innern sofort auszugleichen.



Mit dieser Bromburette und bei Anwendung der officinellen Natronlauge ist die nach der Knop'schen Vorschrift so unangenehme und zeitraubende Anfertigung der NaBrO in 2 bis 3 Minuten bewirkt. Hierdurch ist das Haupthinderniss,

1) Man bezieht dieselbe für einen mässigen Preis aus der Glaswaarenfabrik von Greiner u. Friedrichs in Stützerbach (in Thüringen).

welches sich der allgemeinen Einführung dieser Art der Ů-bestimmung in den Weg stellte, für immer beseitigt.

Will man sich des Knop'schen Reagens zum Titriren bedienen, so nehme man nie mehr als 50 CC. officinelle Natronlauge und 5 CC. Brom, dies giebt zusammen 55 CC. Knopschen Reagens (eine Contraction findet nicht statt). Hat man nun z. B. gefunden, dass von dem so bearbeiteten Reagens 4·1 CC. erforderlich waren, um 0·1 Ů vollständig zu zerlegen, so setze man das nächste Mal zu den 55 CC. NaBrO-lauge noch 12 CC. Aq. dest. hinzu, alsdann werden gerade 5·0 CC. Reagens 0·1 Ů entsprechen, resp. 0·1 Reagens 0·02 Ů, was die Rechnung sehr erleichtert. Auf diese Weise kann man sich den Titre jederzeit nach Wunsch einrichten.

Zum Schlusse möchte es sich empfehlen, die Vortheile, welche die Titrirmethode vor den andern gasvolumetrischen bietet, zusammen zu stellen:

1) Bedarf man keines besondern Apparates.
2) Bedarf man nicht so langer Zeit, wegen des Wegfalls der Temperatur- und Druckberechnungen beim Ablesen des Gases.
3) Ist die Methode handlicher.
4) Die Methode ist bei Weitem billiger.

Das Knop'sche Recept zur Bereitung der Lauge kostet, abgesehen von dem Natron caust. sicc. allein an Brom (25 Gr.) 0·75 Mark (das Kilo Brom zu 30·0 Mark gerechnet), während man zum Titriren nur höchstens 5 Gr. Brom zu 0·15 Mark braucht. Man erhält alsdann eine Quantität Reagens, welche zu 5—10 Titrirversuchen ausreicht (vorausgesetzt, dass man immer nur 5 CC. Harn in Anwendung nimmt). Der einzelne Versuch kostet also unter allen Umständen höchstens 0·03 M., mindestens 0·01 M.

Anatomie von Pyrrhocoris apterus L.[1])

Von

Dr. PAUL MAYER

in Jena.

Hierzu Tafel IX u. X.

---

5. Die Respirationsorgane.

Ueber die Athmungsorgane von Pyrrhocoris liegen keinerlei genaue Angaben vor und bis vor wenigen Jahren herrschten über die einschlägigen Verhältnisse bei den Wanzen überhaupt durchaus falsche Ansichten, welche sich, wie schon früher in Betreff der Glandulae salivales dargethan worden, auf die Autorität von Dufour hin lange Zeit hindurch ungestört halten konnten. Was speciell Pyrrhocoris angeht, so hat Dufour nur wenige Zeilen in seinem grossen Werke diesem Punkte gewidmet. Er sagt über Anzahl und Lage der Stigmen:[2]) „Il n'y a qu'une seule paire de stigmates thoraciques et elle occupe cette région latérale et inférieure du thorax qui porte le nom de flancs de la poitrine . . . Ils sont situés un peu en arrière de l'articulation des pattes intermédiaires . . . . Les bords sont garnis intérieurement de cils courts, mais bien fournis, dont l'entrecroisement forme comme un fin tamis qui s'oppose à l'abord des atomes hétérogènes.“ Ferner heisst es:[3]) „une exploration plus attentive fera reconnaître qu'il y en a six bien

---

1) Vergl. dies Archiv 1874 S. 313—347, Taf. VII, VIII und IX. Um einen sinnstörenden Fehler zu berichtigen, bemerke ich, dass auf S. 326 die Worte „und darauf“ aus der 3 Zeile von oben an den Anfang der folgenden Zeile zu setzen sind.

2) a. a. O. S. 362.

3) a. a. O. S. 367.

distinctes de stigmates abdominaux. Le premier est tout aussi grand que les autres.“ Ueberhaupt besitzen nach Dufour die Wanzen mit sehr wenigen Ausnahmen nur sechs Abdominalstigmen. Indem nun L. Landois[1]) sich diese Ansicht für die Heteroptera im Allgemeinen gleichfalls aneignet, constatirt er ausdrücklich, dass Acanthia lectularia ihrer sieben besitze; von Thorakalstigmen findet er gleich wie Dufour nur eins, nämlich das zwischen Meso- und Metathorax gelegene. So blieb es der sorgfältigen Arbeit von Schiödte[2]) vorbehalten, den Nachweis zu führen, dass die „Rhynchota heteroptera possess without exception ten pairs of spiracles.“ Ich bin daher lediglich im Stande, diesen Satz auch für Pyrrhocoris, welche Schiödte, wie mir scheint, nicht untersucht hat, zu bestätigen und will nur, indem ich seine Angaben über Lage und Verhältniss der einzelnen Stigmenpaare zu einander hierhersetze, einige Bemerkungen hinzufügen, welche sich speciell auf die von mir untersuchte Art beziehen.

Schiödte sagt nun von dem Prothoraxstigma[3]): „The first pair is placed in the connecting membrane between the prothorax and mesothorax. It is in most cases to be found only with great difficulty, and only by a very careful and skilful investigation.“ Er bemerkt weiter ganz richtig, man übersehe für gewöhnlich dieses Stigma deswegen, weil es nur durch Fortnahme der Vorderbrust deutlich gemacht werden könne, welche sich zu einem grossen Theile über die Verbindungshaut hinweglege. Hierbei reisse aber meist die Haut gerade quer durch das Stigma ein, so dass man die Fetzen der Membran nur mit Mühe richtig erkenne. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, habe ich mich einer Methode bedient, die ich mit Vortheil auch bei verschiedenen weiter unten zu erwähnenden Untersuchungen angewendet habe. Ich lege nämlich das ganze Thier

---

1) a. a. O. XIX. S. 206.

2) On some new fundamental principles in the morphology and classification of Rhynchota. Annals and Mag. of Nat. Hist. 4. Ser. VI. p. 225—249.

3) A. a. O. S. 240. Dieses Paar ist übrigens auch schon in Burmeister's Handbuch der Entomologie, I. S. 174 erwähnt.

lange Zeit in concentrirte Essigsäure und erweiche hierdurch das sonst oft so spröde Chitin auch in seinen dicksten Ablagerungen. Dann exarticulire ich die Beine, spüle die Weichtheile mit Wasser ab und färbe nach gutem Auswaschen mit Carmin. Auf diese Weise erkenne ich in den Chitinmembranen noch viele Details, welche ohne diese wenig mühevolle Praeparation unsichtbar bleiben. Ich combinire hiermit auch wohl noch die Methode, dass ich gebleichte Thiere kurze Zeit in Kalilauge lege und darauf gleichfalls färbe. An manchen Partien ist nämlich der Farbstoff in solcher Menge dem Chitin eingelagert, dass alle feineren Verhältnisse dem Auge entgehen müssen und in diesem Falle ist eine künstliche Entziehung des Pigmentes durchaus nothwendig.

Die solchergestalt zur Anschauung gebrachten Thorakalstigmen (Taf. IX Fig. 5) — für die zu dem Abdomen gehörigen ist, da sie frei liegen, keine besondere Vorbereitung erforderlich — zeigen nun folgende Structurverhältnisse. Sie sind im Wesentlichen völlig gleich gebaut, doch ist das erste Paar kleiner, als das zweite. Ihre Gestalt ist linsenförmig, die Oeffnung aber keine Ellipse, sondern ein einfacher Spalt. Dies rührt daher, dass ein Verschlussapparat an ihnen angebracht ist, welcher dem von H. Landois und W. Thelen[1]) bei Meloë beschriebenen nahekommt. Der Schliessmuskel ist stark entwickelt, liegt an der inneren (medianen) Seite des Stigma und zeigt deutlich quergestreifte Fasern. Er entspringt von einem hornigen Bügel und inserirt sich an eine Hervorragung der vorderen Stigmafalte, welche an dieser Stelle besonders dick und gelb gefärbt ist, im Uebrigen aber biegsam und homogen oder nur leicht gekörnelt erscheint. Die hintere Falte ist dagegen viel härter, zeigt zellig-blasige Structur und trägt auf der Aussenseite nicht eben dicht angeordnete Härchen, welche auf kleinen Papillen sitzen. Bei jungen Larven sind beide Falten in gleicher Art zellig sculpturirt; die Härchen sind aber auch hier nur auf der hinteren Falte Wesentlich anders

1) Tracheenverschluss bei den Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool. XVII S. 185 ff. Taf. XII. Meloë: Fig. 1.

und zwar ganz so wie sie Landois bei Acanthia beschreibt, verhalten sich die zum Abdomen gehörigen Stigmen, über deren Lage Taf. IX Fig. 6 Auskunft giebt. Es sind natürlich ihrer sieben. Das letzte befindet sich auf dem ersten der zur Bildung der äusseren Genitalien verwendeten Segmente und ist daher beim Männchen für gewöhnlich nicht sichtbar, während es beim Weibchen gleich den andern Bauchstigmen offen daliegt. Den Verschlussapparat demonstrirt Taf. IX Fig. 16, welche der Fig. 2 auf Taf. XVIII bei Landois entspricht. In situ ragt der Kegel (oder Zapfen) bei allen Stigmen nach hinten.

Es bleibt jetzt noch das dritte Stigma (Taf. X Fig. 18 st) zu besprechen, welches in seinem Bau weder den abdominalen noch den beiden ersten thorakalen gleicht. Schiödte, welcher es zuerst bei allen Wanzen aufgefunden, sagt, es sei gross, aber wegen seiner Lage auf dem Rücken des Thieres, verdeckt von den Flügeln, zwischen dem Metanotum und dem ersten Abdominalsegmente, schwer aufzufinden. Bei Pyrrhocoris ist es meist sehr klein und wird daher leicht übersehen, wenn man nicht die bereits erwähnte Praeparationsmethode in Gebrauch zieht. Auch dann fällt es eigentlich nur durch den von ihm ausgehenden, übrigens ebenfalls geringen Tracheenast in die Augen. Es ist linsenförmig, besitzt keinen Verschlussapparat und kann nahezu als rudimentär betrachtet werden. Damit harmonirt der Umstand, dass es ziemlich bedeutenden Variationen in der Grösse unterliegt, während die Ausdehnung aller andern Stigmen innerhalb viel engerer Grenzen schwankt. Schiödte betrachtet es als das Metathorakalstigma, da er sich durch die Thatsache leiten lässt „that this third pair of spiracles does supply the metathorax with tracheae.[1]) Dies habe ich allerdings bei gewöhnlichen Individuen von Pyrrhocoris eben wegen des geringen Umfanges der Trachee nicht mit Sicherheit ermitteln können; bei den wenigen Exemplaren jedoch, welche ich als vollständig geflügelt auffand, war nicht nur Stigma und Trachee mächtiger, sondern es zog sich auch die letztere

1) A. a. O. S. 241.

deutlich in den Thorax hinein. Indessen ist selbst bei diesen abnorm entwickelten Thieren die Grössendifferenz des Stigmas nicht sehr erheblich, was wohl damit zusammenhängt, dass die Flügel, obwohl völlig ausgebildet, doch nicht gebraucht zu werden scheinen.

Ueber die Vertheilung der Tracheen im Körper lässt sich kurz Folgendes anführen. Blasige Erweiterungen finden sich, wie schon Dufour angibt, nicht vor. Die Abdominalstämme theilen sich sehr bald nach ihrem Ursprunge in zwei Aeste, von denen der eine schwächere, mit den vorangehenden und nachfolgenden derselben Seite zur Bildung eines Längsstammes zusammentritt, indess sich der andere weiter theilt. Auf der Bauchseite des Abdomens vereinigen sich die correspondirenden Zweige ein und desselben Segmentes zu einem Querstamme, welcher vornehmlich den Fettkörper und die Bauchmuskulatur versorgt. Auch im Metathorax findet sich eine solche Queranastomose, während sie weiter nach vorne nicht mehr vorzukommen scheint. Die innern Genitalien des Männchens erhalten ihre spärlichen Tracheen vom 2. und 3. Bauchstigma; diejenigen des Weibchens beziehen sie vom 2. Stigma. Da aber die Eierstöcke viel weiter nach vorne ragen, so treten die Tracheen seitlich an die einzelnen Eiröhren etwa in deren Mitte heran und umspinnen sie von da aus mit einem dichten Netze. Die von den Thorakalstigmen entspringenden Luftröhren verzweigen sich sofort bei ihrem Eintritt in den Körper vielfältig und liefern ihre Hauptzweige den kräftig entwickelten Beinen; für das zweite und dritte Paar der letzteren entstammen sie dem zweiten, für das erste dem ersten Stigma. Von letzterem erhält auch der Kopf seine Tracheen.

Bei der Häutung wird an den beiden ersten Stigmen zwar der Ring sammt einem grossen Theile der Tracheenintima erneuert, nicht aber der hornige Bügel. Ob dies auch bei den abdominalen Stigmen statt hat, kann ich nicht sicherstellen, da an den abgelegten Larvenhäuten die Tracheenstämme so sehr zusammenschrumpfen, dass ein genaueres Erkennen unmöglich wird. Es ist daher ganz gut möglich, dass an diesen auch der Verschlusszapfen, der ohnehin nur als seitliche Aus-

stülpung der Trachee aufzufassen ist, mit abgeworfen wird. Ueber die feinere Struktur der Tracheen habe ich nichts Neues mitzutheilen.

6. Die Circulationsorgane.

Das Herz der Heteroptera hat Dufour bekanntlich nicht als solches ansehen wollen und ihm, da er ihm so recht keine Funktion zuertheilen konnte, den indifferenten Namen cordon dorsal verliehen.[1] Es gelang ihm nicht, eine Hölung oder einen Canal in ihm aufzufinden und so sah er es als ein eigenthümliches Sekretionsorgan an, welches keine Oeffnung nach aussen besitze. Merkwürdig ist hierbei nur der Umstand, dass er es nicht für eine enorme Speicheldrüse erklärte, da es doch an seinem vorderen Theile der Speiseröhre so innig anhängt, dass man es stets mit ihr in Zusammenhang herauspräparirt. Eigenthümlich ist es auch, dass Landois seiner bei Acanthia gar nicht Erwähnung thut, obwohl es hier ohne Schwierigkeit gefunden werden kann. Allerdings entspricht es nicht ganz dem Bilde, welches man sich nach den bekannten Zeichnungen von Melolontha u. s. w. in etwas schematischer Weise von dem Insektenherzen zu entwerfen gewohnt ist, zudem liegt es direkt unter der Hypodermis und ist zugleich namentlich in seinem hinteren Theile von Fettkörperlappen und den Schlingen der Malpighischen Gefässe so dicht umgeben, dass es schwer hält, die Einzelheiten genau zu ermitteln. Bei Belostomum, dieser Riesenwanze, welche sich vorzugsweise zur Präparation im Grossen eignet, gelangt man schon eher zu einer klaren Anschauung. Durch das ganze Abdomen zieht sich bei diesem Thiere ein Strang, an welchem eine Umhüllung — pericardium — und eine innere Schicht — das eigentliche Herz — deutlich werden; an jene heften sich die sogenannten Flügelmuskeln, an Zahl 5 oder 6 und begeben sich zu den Tracheenlängsstämmen hin, welche bei Belostomum als einer Wasserwanze besonders kräftig entwickelt sind. Indessen endigen sie hier nicht, wie man wohl bei oberflächlicher Betrachtung glauben möchte — man hätte dann dieselbe Befestigungsweise

1) Eine leidliche Abbildung des Herzens von Pentatoma findet man a. a. O. Taf. XVII, Fig. 204.

wie sie Weismann[1]) für die Muscidenlarven angiebt — sondern treten unter ihnen durch und setzen sich, indem die Faserzüge convergiren, an die Hypodermis und zwar auf der Grenze zwischen je zwei Segmenten an. Im Gegensatze hierzu zeigt sich bei den Geocoriden, z. B. Pentatomiden und in specie auch bei Pyrrhocoris die Region der Flügelmuskeln äusserst klein, indem sie sich etwa auf das letzte Sechstel des ganzen Herzens beschränkt; diese selbst sind gleichfalls reduzirt und dergestalt von den andern Organen eingehüllt, dass eine wirklich sichere Angabe über ihre Ursprungsstelle, ob von Tracheen, ob von der Hypodermis, mir nicht möglich ist. Wahrscheinlicher ist das Letztere, wenn man nach Analogie schliessen will, zumal eigentliche Längsstämme auf dem Rücken nicht vorkommen. Meine histologischen Untersuchungen haben in Betreff des Baues des in Frage stehenden Organes schon mehr ergeben. Der einfach schlauchförmige Theil hat bei erwachsenen Thieren eine Breite von durchschnittlich 0·180 Mm. im Anfange und und 0·3 Mm. am Ende, während seine Erweiterung, da wo die Muskeln sich inseriren, bis zu 0·7 Mm. beträgt; er erstreckt sich, wie erwähnt, nicht nur durch den Thorax, sondern auch durch den grössten Theil des Abdomens. Von aussen nach innen gerechnet, lassen sich an ihm unterscheiden: Muskellage, membrana propria, Zellschicht und wahrscheinlich auch Intima. Die Muskulatur ist nicht besonders stark, aber stets mehr oder weniger deutlich quergestreift; vorwiegend ist sie der Quere nach angeordnet, doch finden sich auch schräg verlaufende oder longitudinale Faserzüge und zwar hauptsächlich am Thorakaltheile. Zwei scharf zu trennende Muskellagen sind aber durchaus nicht vorhanden. Die Zellen, innerhalb der membrana propria gelegen, sind meist polygonal abgeplattet und wechseln an Grösse zwischen 0·012 und 0·036 Mm. Im frischen Zustande in möglichst indifferenten Flüssigkeiten untersucht zeigen sie ein körniges Protoplasma und lassen nur mit Mühe einen Kern wahrnehmen, der aber durch

1) Nachembryonale Entwicklung der Musciden u. s. w. Zeitschr. für wiss. Zool. XIV 1864 S. 211.

Essigsäure oder Carminfärbung deutlich hervortritt und alsdann im Mittel 0·005 Mm. misst. Er ist demnach verhältnissmässig klein und variirt viel weniger in seiner Ausdehnung, als die Zellen es thun. Nahe dem vorderen Ende des Herzens schwinden übrigens diese Zellen ziemlich plötzlich, so dass alsdann nur noch die Membrana propria zu bleiben scheint, an der man hier und da Kerne bemerkt; man könnte von diesem Punkte ab die sog. aorta rechnen. Eine sehr zarte Intima zieht sich über manche der geschilderten Zellen weg und mag wohl die inneren Wandungen des ganzen Canals bilden, ist aber nur schwer zur Anschauung zu bringen. In dem von den Zellen eingeschlossenen Hohlraum findet man die im frischen Zustande linsenförmigen Blutkörperchen mit einem Längsdurchmesser von etwa 0·012 Mm. und einem Kerne von 0·007 Mm. in grosser Menge vor. Was nun die Anheftung des ganzen Organes, entweder direct oder durch Vermittelung der übrigen Eingeweide, an die Körperwandung betrifft, so sieht man zwar bereits im vorderen schlauchförmigen Theile ausserhalb der Muskulatur und natürlich auch der membrana propria einzelne Zellen dem Herzen dicht anliegen, welche als Vorläufer der eigentlichen Flügelzellen zu betrachten sein mögen. Sie unterscheiden sich in ihrem Verhalten gegen Reagentien weder von diesen noch von den Herzzellen, sind aber nicht wie die letztgenannten polyedrisch, sondern meist stark elliptisch und mit ihrer grossen Axe parallel der Längsrichtung des Herzens gelagert. Eine irgendwie regelmässige Anordnung zeigen sie aber durchaus nicht, so dass sie nicht als Klappenzellen aufgefasst werden können. Verfolgt man nun das Herz weiter nach hinten, so bemerkt man, wie sich an dem Endtheile desselben entweder an die Wandungen des Schlauches selbst oder an die geschilderten, aussen anliegenden Zellen ganze Reihen von anderen anheften, welche in der Weise, wie Taf. IX Fig. 4 angibt, bei ihrer Entfernung vom Rückengefässe convergiren und so einen Flügelmuskel bilden helfen. Histologisch gleichen auch sie den eigentlichen Herzzellen, namentlich insofern sie ebenfalls kleine Kerne von ziemlich constanten Dimensionen besitzen; dagegen unterscheiden sie sich von ihnen darin, dass sie in der Rich-

tung des Zuges, welchen die Flügelmuskeln auszuüben haben, mehr oder weniger langgestreckt und nicht polygonal abgeplattet sind. Sie variiren gleichfalls an Grösse ganz bedeutend. Die an sie herantretenden Muskelfasern sind im Mittel 0·0025 Mm. breit, laufen meist eine Zeit lang an einer Gruppe von Zellen entlang und verschmelzen alsdann mit ihnen, indem sie zugleich durch Theilung in Fasern zu mehreren Zellen in Beziehung gerathen.

Von Interesse wird es nun sein, die Verhältnisse, welche sich bei Pyrrhocoris in der angegebenen Weise an der Structur des Herzens zeigen, mit denen zu vergleichen, über welche sich Weismann bei den Musciden eingehend verbreitet hat. Zu solch kolossalen Zellen, wie sie Dieser für die Larve von Musca verzeichnet (0·096—0·110 Mm.) findet sich hier nichts Analoges, doch kommen sie auch dort nur im hinteren Abschnitte des Herzens vor. Dagegen „zeichnet[1]) sich der mittlere Theil des Rückengefässes durch bandartige, zellige Massen aus, welche ihn an den Seiten begleiten. Sie sind offenbar die Analoga der grossen Zellen im hinteren Abschnitte des Rückengefässes". Da nun die Beschreibung und Zeichnung, welche Weismann von ihnen gibt, mit der von mir so eben gelieferten ziemlich genau übereinstimmt, so darf man annehmen, dass der Endtheil des Herzens von Pyrrhocoris morphologisch der mittleren Partie desjenigen von Musca entspricht. Mit dieser Auffassung harmonirt auch der Umstand, dass der Endabschnitt des Rückengefässes bei der Fliegenlarve im 9. bis 11. Segmente liegt und diese Ringe bekanntlich zu der Bildung der äusseren Genitalien verwendet werden, mithin in der Imago ihre Selbständigkeit fast ganz einbüssen. Zu ähnlichen Folgerungen gelangt übrigens Weismann selbst bei der Beschreibung der erwachsenen Fliege, doch sollen hier stets noch zwei Paar der collossalen Zellen sich vorfinden. Dagegen kann ich mich nicht dazu entschliessen, mit Weismann[2]) das Herz der Insekten als einen „einzelnen Muskel mit Hülle, contrak-

1) A. a. O. S. 209.
2) A. a. O. S. 207.

tilem Inhalte und Kernen" aufzufassen, welcher „in seiner Totalität einem einzigen Arthropodenprimitivbündel entspricht." Es sind eben die ganzen Structurverhältnisse, namentlich die vielen scharf getrennten Zellen im schlauchförmigen Theile einer solchen Ansicht durchaus nicht günstig. Viel eher möchte man geneigt sein, wenigstens für Pyrrhocoris und Verwandte, das Herz dem Darme an die Seite zu setzen, da es mit ihm in der Anordnung der wesentlichen Theile übereinstimmt Dafür spricht auch noch der schon erwähnte Zusammenhang zwischen Speiseröhre und Aorta; selbstverständlich steht die Intima der ersteren nicht mit dem Cavum der letzteren in Verbindung, wohl aber schlägt sich die Peritonealhaut des Darmes von oben her auf die Muskelhaut des Rückengefässes um und verläuft nun, indem sie spärliche Tracheen mit sich führt, auf dem Herzen nach hinten. Die einzelnen Zellen ausserhalb des eigentlichen Herzens überzieht sie ebenfalls, ob sie aber auch noch über die Zellen der Flügelmuskeln als wirkliche Haut hinweg geht, habe ich nicht nachweisen können. Sonach ist meine Darstellung keineswegs mit der von Weismann in Einklang zu bringen, passt dagegen weit besser zu derjenigen, welche Leydig[1]) in Betreff des Herzens von Osmia gibt.

Ebenso wie ich die hintere Endigung des Rückengefässes nicht genau anzugeben weiss, fehlen mir auch entscheidende Data für den Verlauf und das Ende der Aorta. Zwar kann man die letztere nach ihrer oberflächlichen Vereinigung mit der Speiseröhre noch eine kurze Strecke neben derselben her in den Kopf hinein verfolgen, dann aber häufen sich die Schwierigkeiten der Präparation derart, dass es mir nicht hat glücken wollen, irgend etwas Sicheres zu ermitteln. Ob also wirklich die Aorta plötzlich endet und das Blut sich in lacunösen Räumen bewegt, muss dahingestellt bleiben. Ich will aber noch ausdrücklich erwähnen, dass ich von peritrachealen Capillaren,

---

1) Der Eierstock und die Samentasche der Insekten. Nov. act. Acad. Caes. Leop. Carol. XXV 1867. S. 17.

deren Existenz neuerdings wiederum von Jules Künckel[1]) behauptet worden, nie etwas gesehen habe.

7. Der Fettkörper

ist im Allgemeinen sehr gering entwickelt. Er besteht aus Aggregaten von grossen, mehr oder weniger rundlichen Zellen oder richtiger gesagt aus Zellfollikeln, welche den bedeutenden Umfang von 0·1 Mm. erreichen können. Die in ihnen enthaltenen Zellen messen etwa 0·012—0·018 Mm. und enthalten neben einem Kerne von etwa 0·006—0·007 Mm. entweder gar keinen oder viele kleine oder einen grösseren Fetttropfen. Hauptsächlich finden sie sich in der Hypodermis des Bauches vor, mit welcher sie durch feine Tracheen, die von den bereits erwähnten Quercommissuren rechtwinkelig entspringen, zusammenhangen. Im Umkreise des Herzens, namentlich an dem verbreiterten Theile sind sie gleichfalls nicht selten. So lange die einzelnen Zellen fettfrei sind, ist ihr Protoplasma dem der Flügelzellen des Rückengefässes sehr ähnlich, sodass sie sich von diesen nur durch ihren verhältnissmässig grösseren Kern unterscheiden, lagert sich dagegen Fett bei ihnen ab, so treten die Kerne bei Seite und sind nur an Carminpräparaten noch zu erkennen. Zugleich sind dann auch oft beträchtliche Vakuolen wahrnehmbar. Ueberhaupt sind die fetthaltigen Zellfollikel im äusseren Ansehen und auch in der Grösse — sie erreichen einen Durchmesser bis zu 0·3 Mm. — sehr verschieden von den fettfreien; da sich aber Uebergänge aller Art vorfinden, so wird man einen gemeinsamen Ursprung für beide voraussetzen dürfen. Im Bereiche der Bauchwandung gewähren sie den Anblick einer traubenförmigen Drüse, bei welcher die Trachee mit ihren Verzweigungen gleichsam den Ausführgang vorstellt. Die von Landois[2]) erwähnten sternförmigen Tracheenendzellen vermag ich bei Pyrrhocoris nicht aufzufinden.

---

1) Note sur l'existence de vaisseaux capillaires artériels chez les insectes. Annales des Scienc. natur. Zool. 1868. II. p. 86—88.

2) A. a. O. XIX. S. 209.

8. Das Nervensystem.

Die centralen Theile desselben kann man, so weit sie nicht im Kopfe liegen, sehr leicht unverletzt gewinnen und auf Faserverlauf innerhalb der Knoten sowie auf Grösse und Form der Ganglienzellen ohne Mühe untersuchen; dagegen bereitet die Präparation des Gehirnes bedeutende Schwierigkeiten, da sich der harte Kopfpanzer hindernd in den Weg stellt. Am besten ist es mir noch mit rasch wirkenden Erhärtungsmitteln, welche nur sehr kurze Zeit auf das geöffnete Thier einwirken durften, gelungen, mir eine Uebersicht über die Lagerung der einzelnen Schlundganglien zu verschaffen. Was zunächst den Bauchstrang selbst angeht, so besteht er hier wie wohl bei den meisten Heteropteren [1]) aus zwei Knoten, welche im Pro- beziehungsweise Mesothorax gelegen sind und von denen der zweite bedeutend grösser ist, als der erste. Daran schliesst sich nach hinten ein das ganze Abdomen durchziehender Nervenstrang, der aber nicht nach der gewöhnlichen Annahme aus zwei neben einander herlaufenden Nerven besteht, vielmehr einfach ist und auch in keinerlei Weise eine etwaige Verwachsung derselben verräth.[2]) Dafür sind aber die Commissuren zwischen den beiden Thorakalganglien und zwischen dem ersten und dem Gehirne doppelt. Das Prothorakalganglion ist nahezu kugelförmig, besitzt im Mittel eine Grösse von 0·5 Mm. und versorgt hauptsächlich das erste Fusspaar. Der zu diesem abgehende Nerv (Taf. IX, Fig. 1 p) ist relativ stark (0.075 Mm.) und theilt sich gleich bei seinem Ursprunge in zwei Aeste, von denen der eine für die im Thorax gelegene Beinmuskulatur bestimmt zu sein scheint, indess der andere in der Extremität selber verläuft. Man sieht die Faserzüge der Nerven jeder Seite bis nahe zur Mittellinie des Ganglion durchschimmern. Der folgende Knoten ist mehr in die Länge gezogen; seine Grösse beträgt im Mittel 0·7 resp. 0·8 Mm. Die von

1) Bei Acanthia ist nach Landois nur Ein Ganglion vorhanden.

2) Siebold giebt bei Nepa Aehnliches an. Lehrb. d. vergl. Anat. wirbell. Thiere. S. 571.

ihm zu den Mittel- und Hinterbeinen abgehenden Nerven (Fig. 1 ms und mt) zeigen ein ähnliches Verhalten wie die eben besprochenen der Vorderextremitäten; sie besitzen eine Breite von 0·060 resp. 0·075 Mm. Auch ihre Faserzüge sind deutlich bis zur Mitte des Ganglion zu erkennen. Bei ihrer Mächtigkeit bewirken sie äusserlich eine Trennung des Ganglion in drei mehr oder minder geschiedene Partien, von denen sich die letzte und kleinste unmittelbar in den Endfaden fortsetzt. Dieser hat eine Breite von 0·065 Mm., verläuft einheitlich bis fast ans Ende des Abdomens und theilt sich erst dort in mehrere Zweige, welche die äusseren Genitalien mit Nerven versehen. Die neben ihm vom letzten Ganglion ausgehenden Zweige breiten sich auf der Bauchdecke fächerförmig aus und treten zur Muskulatur des Hinterleibes in Beziehung. Wie übrigens schon Landois für Acanthia bemerkt hat, sind der Verästelungen im Allgemeinen nur wenige. Quere Nerven habe ich, wiederum in Uebereinstimmung mit Landois, nicht bemerkt. Die Commissuren zwischen den einzelnen Ganglien sind einander so nahe gerückt, dass sie verschmolzen erscheinen; doch lassen sich noch deutlich zwei Längsbündel, jedes von etwa 0·065 Mm. Breite unterscheiden. Was das Gehirn anlangt, so gibt Taf. IX., Fig. 1 ein schematisches Bild desselben, wie es sich darstellt, wenn man das obere Ganglienpaar der Länge nach theilt und seitlich auseinander legt, während die gleichfalls schematischen Fig. 2 und 3 eine Ansicht des ganzen Centralapparates in situ und zwar von der Seite resp. vom Rücken her gewähren. Die beiden oberen Schlundganglien sind deutlich unterscheidbar, etwa 0·070 Mm. lang und 0·040 Mm. breit; sie setzen sich nach aussen zu continuirlich in die Nervi optici fort, während die Antennennerven, welche sehr stark sind (0·080 Mm. breit) mehr nach einwärts aus gesonderten Anschwellungen entstehen. Das untere Schlundganglion ist unpaar und setzt sich durch eine doppelte Commissur mit dem ersten Thorakalganglion in Verbindung. Herz und Speiseröhre treten, wie Taf. IX, Fig. 2 zeigt, an eben dieser Stelle in die scheinbar einheitliche Gehirn-

masse ein, gehen noch innerhalb derselben die oben beschriebene Vereinigung ihrer Peritonealhäute ein und gelangen, begleitet von zwei starken Tracheen, zwischen den Antennennerven wieder nach aussen. An dem Vereinigungspunkt liegt zwischen Speiseröhre und Rückengefäss in dem von ihnen gebildeten spitzen Winkel ein besonderes, nur kleines Ganglion cordale von etwa 0·150 Mm. Durchmesser (Fig. 2 und 3g). Beim Präpariren des Tractus intestinalis bleibt es stets ebenso wie die vordere Partie des Herzens an dem Oesophagus sitzen.

In Betreff der feineren Structur der geschilderten Theile bemerke ich nur, dass die Ganglienzellen in einer Grösse von 0·005—0·012 Mm. mit einem durch Reagentien deutlich werdenden grossen Kerne von 0·003—0·007 Mm. leicht zu erkennen sind. Unipolare Zellen habe ich viel gesehen und zuweilen den Fortsatz bis zur Länge von 0·070 Mm. verfolgen können.

9. Das Chitingerüst und die von ihm ausgehende Muskulatur.

Die Besprechung der Mundtheile und der äusseren Genitalien habe ich bis zu diesem Punkte verschoben, weil ich sie nicht gut ausser Zusammenhang mit den Körperwandungen, von denen sie im Allgemeinen nur mehr oder minder tiefe Einstülpungen bilden, zu behandeln vermochte. Ich hole jetzt das Versäumte nach und schliesse an die einfache Beschreibung der anatomischen Verhältnisse einige auch für den Physiologen vielleicht nicht uninteressante Notizen, bringe aber zuvor noch Dies und Jenes über Form und Structur der einzelnen Körpertheile bei, was weniger wichtig erscheinen mag, in einer Monographie indessen wohl nicht fehlen darf.

An Farbstoffen finden sich bei Pyrrhocoris nur zwei vor, ein rother und ein schwarzer. Der erstere liegt in den Hypodermiszellen in Form feinster Körnchen, welche Molekularbewegung zeigen, in Kalilauge sich mit gelber Farbe lösen und mit chlorhaltigen Flüssigkeiten behandelt völlig verschwinden. Er tritt im Bereiche der ganzen Hypodermis auf und schimmert da, wo das Chitin von Pigment frei ist, durch dasselbe lebhaft hindurch. Der schwarze Farbstoff hingegen ist

diffus dem Chitin eingelagert; in geringer Menge lässt er dies grau erscheinen, verdeckt aber, wo er stärker vorhanden ist, häufig alle Details in der Structur und Sculptur der Chitintheile, so dass er, wenn feinere Verhältnisse erkannt werden sollen, durch künstliche Bleichung entfernt werden muss. Bei den Larven ist er nur an wenigen Stellen intensiv genug, um die rothe Farbe zu beeinträchtigen, an den Erwachsenen hingegen nimmt er in dem grössten Theil der äussern Körperwandungen Platz. Bei der Häutung, welche den Uebergang vom Larvenstadium zu der Imago bewirkt, verlässt das Thier die abgeworfene Hülle gleichmässig blassroth, aber schon nach wenigen Stunden sind brennendroth und intensiv-schwarz gefärbte Theile zu unterscheiden. Tödtet man hingegen ein Thier in jenem noch unfertigen Zustande, so findet keine weitere Farbenänderung statt, so dass also eine direkte Einwirkung von Luft und Licht auf die Bildung des schwarzen Pigmentes nicht angenommen werden darf.

Das Chitin selbst ist in seinen dünneren, weicheren und farblosen Theilen mit Carmin stets tingirbar, wenn es vorher mit concentrirter Essigsäure oder mit Alkalien behandelt worden war; die dickeren, starren und mehr oder weniger gelben oder braunen Partien nehmen hierbei keine Farbe an. An erwachsenen Thieren zeigt es meist keine Structur mehr, sondern ist völlig glatt, mit Ausnahme einiger noch besonders zu besprechender Stellen; bei den Larven verräth es noch an dem grössten Theile des Körpers die Conturen der Zellen, welche es abgeschieden haben.

Von Haaren und haarähnlichen Gebilden sind im Allgemeinen zwei Formen unterscheidbar, die aber durch Uebergänge mit einander verbunden sind. Das eine Extrem bilden sehr lange und dünne, biegsame Haare bis zur Länge von etwa 0·25 Mm., das andere kurze und starke Borsten, welche meist nur 0·050—0·060 Mm. messen.

Der Kopf ist fast gänzlich nackt, dagegen sind die Fühler mit Haaren von beiden Formen recht stark besetzt, nur das Endglied ist an seiner Spitze wieder völlig von ihnen frei. Alle an den

Fühlern vorhandene Haare sind übrigens nach der Spitze zu gerichtet. An der Basis finden sich auf der Innenseite zwei dicht neben einander entspringende, starke Borsten constant vor, welche nach innen zu gewendet sind. Die Rüsselscheide ist ebenfalls ganz haarlos, doch befinden sich am Ende des vierten Gliedes zwei Bündel starrer Borsten und ausserdem einige lange Haare. Erstere sind zweigliedrig: die Basis ist etwa 0·024, das von ihr getragene Endstück der Borste nur 0·012 Mm. lang. Ohne Zweifel sind diese eigenthümlichen Organe auch mit besonderen Nervenendigungen versehen, doch habe ich dies nicht mit Sicherheit feststellen können. Die Beine sind nicht eben reich behart, am schwächsten die dem Körper nächst gelegenen Theile derselben, ziemlich stark hingegen die Tibien und Tarsen. Charakteristisch sind besonders die in der Systematik auch bei anderen Wanzen verwertheten sogenannten Stifte, von denen die Vorderschenkel bei Pyrrhocoris[1]) am unteren Ende drei oder vier tragen. Es sind dies stumpfkegelige Höcker von etwa 0·050 Mm. Höhe und 0·060 Mm. Breite, aus welchen eine Borste von etwa 0·040 Mm. Länge hervorragt. An den Mittel- und Hinterschenkeln sind solche Stifte zwar auch vorhanden, aber weder so constant an Zahl noch so hervorstechend in ihrer Anordnung. Endlich findet sich am Unterrande der Vordertibia ein regelrechter Kamm von äusserst feinen Härchen, welcher an den anderen Beinen nicht vorkommt.[2]) Der Thorax ist fast ganz frei von Haaren, auch auf dem Hinterleibe stehen deren nur zerstreute. Eine Ausnahme machen aber in dieser Hinsicht diejenigen Segmente, welche zu den Genitalien in Beziehung treten. Sodann ist noch der Erwähnung werth das Vorkommen von einzelnen, besonders ausgebildeten Haaren auf der Bauchseite des Abdomens. Hier finden sich nämlich schon mit der Lupe wahrnehmbar inmitten der schwarzen resp. rothen Chitindecke einzelne graue Flecken, deren Lage Fig. 6 auf Taf. IX veranschaulicht. Sie

1) Vergl. Fieber, die Europäischen Hemipteren, S. 43.
2) Er dient zum Reinigen der Fühler und des Rüssels.

erscheinen bei erwachsenen Thieren heller als die Umgebung, da sie weniger gefärbt sind, als diese, gleichwohl halten sie beim Bleichen ihr Pigment für gewöhnlich energisch fest und sehen alsdann dunkler aus, als die im Umkreise befindlichen Partien. Bei den Larven, deren Abdominalwandungen fast ganz aus farblosem Chitin bestehen, heben sie sich nach Abspülung der Weichtheile besonders deutlich von dem nun hellen Grunde ab. Es zeigt sich aber bei eingehender Untersuchung, dass diese Flecken nicht nur durch ihre Färbung, sondern auch durch ihre maschige Struktur gegenüber der sonst homogenen Chitindecke ausgezeichnet sind; ausserdem tragen sie ein bis drei excentrisch gestellte sehr lange und zarte Haare, welche aus einer Papille hervortreten (Taf. IX, Fig. 7). Flecken und Haare sind nun bei Alt und Jung, bei Männchen und Weibchen fast völlig gleich angeordnet und zwar in folgender Weise. Auf dem dritten Segmente befinden sich nahe der Mediane zwei Flecken mit Einem resp. zwei Haaren; die Lage derselben gegen einander und zur Mittellinie ist äusserst constant. Auf dem 4. Ringe zeigt sich nur ein Fleck, aber mit drei Haaren versehen, ebenfalls nahe der Mittellinie; dagegen treten an den folgenden Segmenten die Makeln auf die Episternite. Im 5. Ringe sind die drei Haare am Vorderrande desselben in einem Fleck vereinigt anzutreffen, im 6. liegt ein Fleck mit einem Haare am vorderen, ein anderer mit zwei Haaren am hinteren Rande, während das 7. Segment wieder nur einen Fleck mit zwei Haaren am Hinterrande trägt. Sonach ergeben sich für jeden Ring mit Ausnahme des 7. ganz regelmässig drei solcher Haare, von denen jedes ursprünglich einen Fleck für sich einnahm, wie auch noch die nicht seltene Biskuitform der mehrere Haare tragenden Flecken oder ihr völliges Zerfallen in ebenso viele Partien, wie Haare da sind, zur Genüge andeutet. Von wirklichen Abnormitäten habe ich bei der Untersuchung zahlreicher Exemplare nur eine einzige wahrgenommen: es befanden sich in dem Flecke des 4. Segmentes statt dreier Haare deren fünf.

Es fragt sich nun, als was diese Gebilde eigentlich aufzu-

fassen sind. Man könnte geneigt sein, die langen Haare als Tastorgane anzusehen, allein hiergegen spricht ausser ihrer Lage am Bauche und zwar an Stellen, wo fremde Körper sie kaum berühren werden, auch noch der Umstand, dass ich nie mit ihnen irgendwie eigenthümliche nervöse Apparate in Verbindung gesehen habe. Von Drüsen kann noch weniger die Rede sein. Ich bin daher der Ansicht, dass man es bei diesen so constant auftretenden Bildungen mit einer Art von rudimentärem Organe zu thun habe, und in dieser Deutung bestärkt mich der Umstand, dass sich auch bei Wanzen aus anderen Familien diese Flecken in mehr oder minder übereinstimmender, immer aber für jede Art genau feststehender Anordnung zeigen. Nimmt man an, dass der gemeinschaftliche Vorfahr aller Heteropteren bereits die fraglichen Flecken als eine Einrichtung besass, die ihm wohl noch von Nutzen sein mochte, so gewinnt man hierdurch die Möglichkeit, den Verwandtschaftsgrad der einzelnen Gruppen zu einander zu ermitteln; aber selbst wenn man der Phylogenie keinen Platz einräumen will, kann man wohl für die Systematik von diesen unscheinbaren Dingen Gebrauch machen. Ich gedenke übrigens bei einer anderen Gelegenheit zu zeigen, wie weit sich diese Anschauung wirklich nutzbringend erweist, und fahre jetzt in der Beschreibung von Pyrrhocoris fort.

Am Kopfe, über dessen Gestalt ich nichts von Belang mitzutheilen habe, interessiren uns vor Allem die Organe zur Aufnahme der Nahrung, also der sogenannte Schnabel sammt seinen Muskeln; auch die Verbindung desselben mit der Speiseröhre und die Ausmündung der Speicheldrüsen bleibt noch zu besprechen. Ich habe bereits oben[1]) nachgewiesen, wie wenig genau sich meine Vorgänger mit alleiniger Ausnahme von Landois in Betreff der letzteren orientirt, sondern einfach auf einander verlassen haben; hier muss ich nun ergänzend hinzufügen, dass auch Landois bei Acanthia einige nicht unwichtige Theile ungenau dargestellt und andere ganz übersehen

1) Dies Archiv 1874, S. 333 ff.

hat. Ich werde dies in Beziehung auf den hervorragendsten Punkt weiter unten darthun und lasse die anderen einstweilen unerwähnt. Was die Mündung des Speichelganges in den Oesophagus anlangt, so habe ich hier zu dem früher Gesagten nachzutragen, dass bei Aelia und bei Pentatoma (Mormidea) baccarum ohne den geringsten Zweifel die Verhältnisse ebenso liegen, wie bei Pyrrhocoris, d. h. also, dass die von Künckel gemachten Angaben falsch sind. Sonach ist in Wirklichkeit auch bei diesen Wanzen nur eine einzige Speicheldrüse vorhanden, welche durch einen mit chitiniger Intima versehenen Gang mit der Speiseröhre communicirt, während ein von ihr ausgehender, dem ersten analog gebauter, aber viel längerer zweiter Gang am blinden Ende zu einer drüsenförmigen Erweiterung anschwillt, welche von Dufour als bourse salivaire, von Künckel als glande de la seconde paire, von Dohrn als „einfache Speicheldrüse“ bezeichnet wird. Auch ohne den Nachweis durch mühsame Präparation muss es von vornherein seltsam erscheinen, dass eine Speicheldrüse ausser ihrer regulären Mündung in den Anfangstheil des Munddarmes eine zweite an einer pièce coriace haben solle, welche zwar „bei der Bewegung der Mundtheile eine grosse Rolle spiele“, aber von ihrem Entdecker Künckel nicht näher bezeichnet werden konnte. Es wird mir somit immer wahrscheinlicher, dass den Heteropteren im Allgemeinen nur Ein Speicheldrüsenpaar zukomme, während man gegenwärtig deren drei annimmt.

In Bezug auf den ersten oder wirklichen Ausführgang stimme ich hingegen, wie auch schon oben erwähnt, mit Künckel's Auslassungen überein und setze nun, da ich ihn genau zu besprechen habe, diese zunächst hierher. „Le conduit[1]) éjaculateur se divise immédiatement en deux branches . . . la plus grosse se porte à peu près en ligne directe vers la tête, passe sous l'oesophage où elle se rapproche de celle du côté opposé. Ainsi les conduits principaux des deux glandes, s'engageant dans

1) A. a. O. S. 434.

une petite pièce cylindrique de consistance solide, s'ouvrent chacun par un orifice distinct." Eine weitere Untersuchung dieser pièce cylindrique scheint wiederum nicht erfolgt zu sein; ebenso wenig hat Landois, obwohl er eine rundliche Anschwellung an der Mündung des Speichelganges abbildet, im Texte nähere Angaben über sie gemacht. Die Figur[1]) selbst ist etwas schematisch gehalten, so dass sich aus ihr nichts entnehmen lässt. Ich gehe daher gleich zur Beschreibung des fraglichen Gebildes über, von dem ich oben[2]) gesagt habe, es sei eine eigenthümliche Papille, welche bei den Mundorganen erwähnt werden solle. Diese „Papille" ist von eigenthümlichem Bau und ähnelt einer Saugpumpe, wie sie im alltäglichen Leben gebraucht wird, in allen ihren Einzelheiten, falls man überhaupt organisirte Theile mit Einrichtungen, welche in der Technik Verwendung finden, vergleichen darf. In den Fig. 9 bis 12 der Taf. IX habe ich verschiedene derartige Apparate getreu copirt und in Fig. 13 und 14 Schemata davon gezeichnet. Man darf an dieser wie an jeder gewöhnlichen Saugpumpe unterscheiden Stiefel, Kolben und Kolbenstange; alle drei bestehen aus dickem, gelb oder braun gefärbtem Chitin und sind relativ starr, nehmen auch kein Carmin an. Die Kolbenstange verbreitert sich nach hinten (nach dem Abdomen zu) zu einer Platte (Taf. IX, Fig 11 l), welche einem mächtigen Muskel (Taf. IX, Fig. 12 und X, Fig. 17 me) zum Ansatze dient und trägt an ihrem vorderen Ende einen massiven Chitinknopf, der in der Längsrichtung gefasert erscheint und den eigentlichen Kolben darstellt. Ueber ihn zieht sich eine gleichfalls chitinige Membran, welche sich an die Wandung des Stiefels ansetzt und an ihrem frei in den Hohlraum der Pumpe hineinragenden Theil relativ weich und nachgiebig zu sein scheint, sich aber mit Carmin deshalb nicht färbt, weil dieses wohl durch die dicke Aussenwand nicht durchzudringen vermag. Das hintere Ende des Stiefels ist nicht offen, sondern für gewöhnlich nach innen umgeschlagen; dieser eingestülpte Theil tritt wieder mit

1) A. a. O. XVIII. Taf. XI, Fig. 9.
2) A. a. O. S. 332.

der Kolbenstange in Verbindung, ist relativ weich und tingirt sich bei Behandlung mit Carmin lebhaft roth. Zwischen ihm und der vorderen den Stiefel durchsetzenden Membran bleibt eine Höhlung, welche ringsum völlig abgeschlossen ist. Dass dieser Apparat einer Saugpumpe ähnlich sieht, wird sich nicht bezweifeln lassen; es bleibt mir aber noch übrig, den Beweis dafür zu liefern, dass er auch wirklich als solche fungirt, zumal von ventilartigen Vorrichtungen nichts an ihm zu erblicken ist. Man bemerkt nun an fertigen Präparaten, dass der Kolben dem Grunde des Stiefels bald mehr, bald weniger genähert ist und dass im Einklange damit die Einstülpung verschieden tief erscheint und sogar zu einer Ausstülpung werden kann. Ferner streift sich bei der Häutung allemal die ganze Pumpe ebensowohl wie der Anfang der Speiseröhre ab; untersucht man nun solche zurückgelassene Häute, so findet man stets den Kolben in seiner tiefsten Stellung, offenbar weil der schon erwähnte Pumpmuskel ausser Function gerathen ist, also die Elasticität der Chitinmembranen allein ins Spiel kommt. Endlich aber kann man in geeigneter Weise sogar den experimentellen Nachweis liefern und das Auf- und Absteigen des Kolbens selbst bewirken. Man spült zu diesem Behufe aus dem Kopfe eines frisch getödteten Thieres alle Weichtheile heraus, präparirt die Pumpe los und ist nun bei diesem offenbar durchaus nicht alterirten Objekte trotz seiner Kleinheit — es besitzt die Pumpe im Mittel eine Breite von 0·150, eine Länge von 0·200 Mm. — im Stande, mit Hülfe feiner Nadeln den Kolben aus dem Stiefel so weit herauszuziehen, wie es die Verbindungsmembranen zulassen. So wie man dann die Stange frei giebt, fährt jener in seine Anfangslage zurück.

Ich habe diese Einrichtung deswegen so eingehend beschrieben und mehrfach abgebildet, weil sie nicht nur bei Pyrrhocoris vorkommt, sondern auch bei anderen Heteropteren auftritt und also ein grösseres Interesse in Anspruch nimmt. Untersucht habe ich auf diesen Punkt nur Nepa, wo das experimentelle Pumpen besonders schön von Statten geht, ferner Notonecta, Aelia, Lygaeus, Belostomum und auch Acanthia lectularia. Natürlich variiren Form und Grösse etwas, aber nicht

so bedeutend, wie man es nach dem Volum des Kopfes der genannten Thiere erwarten möchte. Bei Acanthia ist eben die „rundliche Anschwellung", welche Landois sich nicht näher angesehen hat, die Pumpe. Im Uebrigen findet sich auch bei Homopteren dasselbe Organ wieder, z. B. bei Issus, so dass ich nicht daran zweifele, dass es allen Hemipteren (mit Ausschluss vielleicht der Parasita[1]) zukommt. Hierin wäre vielleicht ein Merkmal für die nahe Zusammengehörigkeit der beiden grossen Halbflügler-Gruppen gegeben, die bekanntlich von manchen Systematikern getrennt werden, ein Merkmal, welches um so gewichtiger ist, da sich bei den gleichfalls mit Stech- und Saugapparaten versehenen Dipteren kein Analogon dazu vorzufinden scheint.

Ich kehre zu Pyrrhocoris zurück. In den Grund der geschilderten Pumpe münden seitlich die Speichelgänge ein und zwar, wie Künckel richtig bemerkt, jeder für sich; sie sind bis zu ihrem Ende noch mit dem Epithel versehen, welches ich oben bei Beschreibung der Speicheldrüsen erwähnt habe. Wohin sich indessen, da doch nur die Intima wirklich mit der Pumpe in Verbindung tritt, die Belegzellen verlieren, habe ich nicht ermitteln können. Sieht man, wie es die Entwicklungsgeschichte verlangt, alle chitinigen Organe am vorderen Theile des Darmes als directe Fortsetzungen der äusseren Körperwandung an, so müssen jene Zellen als umgewandelte Hypodermiszellen betrachtet werden, die Beobachtung aber dieses theoretisch nothwendigen Zusammenhanges ist mir nicht möglich gewesen. Was ferner die Hauptöffnung der Pumpe betrifft, so verlängert

---

1) Die neueste Arbeit über Phthirius inguinalis von Graber (Zeitschr. wiss. Zool. XXII. 1872 S. 137 ff. Tab. XI) schweigt über die Mündung der Speicheldrüsen gänzlich; Schiödte giebt über Pediculus an (On phthiriasis, and on the structure of the mouth in Pediculus, Ann. and Magaz. of nat. hist. 3. Ser. XVII. 1866 p. 225), er habe ein „pumping-ventricle" gefunden, das aber im Wesentlichen „must be so far constructed like a heart, and consequently possess valves calculated to force the current of blood the right way". Er hält es bei unsern gegenwärtigen Untersuchungsmethoden kaum für möglich, über die Natur desselben ins Klare zu kommen.

sich der Canal im Kopfe aufwärts bis zur Basis der Rüsselscheide (Unterlippe), liegt also der ventralen Seite des Kopfes an; hierhin begiebt sich auch die Speiseröhre, wenn man hier überhaupt noch von Speiseröhre reden kann (Taf. X, Fig. 17). Sobald nämlich die schon oben bezeichnete Vereinigung der Peritonealhäute von Herz und Magen stattgefunden, verliert der Oesophagus seinen bisherigen Charakter; die Muskulatur schwindet, die Intima wird stärker, legt sich in sehr deutlich ausgesprochene Längsfalten und scheint schliesslich mit der Peritonealhaut zu verschmelzen. Mit Sicherheit ergiebt sich, dass sich der obere (dorsale) Theil der Wandung sehr bald in eine dicke starre Chitinleiste umgestaltet, und in dieser Form, wie Fig. 17 darthut, an den Kopfpanzer ansetzt, vorher jedoch an dem noch biegsamen Theile eine Reihe senkrecht von ihr ausstrahlender Chitinstäbe trägt.[1]) Dieser Kamm dient zur Insertion eines sehr starken Muskels, den ich Dilatator oesophagi nennen möchte und der von der dorsalen Kopfwand entspringt. (Fig. 17 doe.) Sonach ist die eigentliche Mundöffnung bei Pyrrhocoris am oberen Rande der Basis der Rüsselscheide zu suchen und die Speicheldrüsen münden demnach zwischen Unterlippe und Unterkiefer aus. Den Verschluss des Mundes bildet aber von oben her theils die Oberlippe, theils, und zwar, wo jene aufhört, die Gesammtheit der Stechborsten, welche sich an die Spalte der Rüsselscheide anlegen.

Was die Kiefer betrifft, so stimmen meine Untersuchungen an Pyrrhocoris zwar nicht mit denen von Landois an Acanthia überein, doch lässt sich im Allgemeinen die ausführliche Beschreibung, welche Landois giebt, auch hier verwenden. Die Stechborsten sind von der Basis bis nahe zur Spitze hohl, dienen aber nicht, wie man früher annahm, direkt als Saugevorrichtungen, sondern sind vorne geschlossen. Dieselbe Ansicht spricht auch Gerstfeldt[2]) mit aller Bestimmtheit aus, lässt jedoch in dem Hohlraum eine gleichfalls blind endende Trachee

1) Bereits von Burmeister (Handbuch der Entomologie, II., S. 46) erwähnt.

2) Mundtheile der saugenden Insekten. Dorpat 1853. S. 58.

verlaufen, die ich freilich nicht aufzufinden vermag. Sind übrigens die Stechborsten in ihrer natürlichen Lage, so bilden sie gewissermassen eine Capillarröhre, in welcher Flüssigkeit leicht aufsteigt. Man kann sich hiervon durch das Experiment ohne Mühe überzeugen. Die beiden Mandibeln liegen ausserhalb des Kopfes rechts und links, die Maxillen oben und unten. Die Ersteren sind an ihrer Spitze mit einigen kräftigen und rückwärts gerichteten Zähnen besetzt; löst man sie aus ihrem Verbande, so biegt sich die Spitze ziemlich energisch nach innen um, so dass also in situ die beiden Mandibeln durch ihre Elasticität gegen die Maxillen angedrückt sind. Letztere sind bis zu ihrem Ende gerade ausgestreckt und hier ebenfalls mit Einschnitten versehen, welche den Anschein einer Zähnelung hervorrufen. Trennt man von dem Stechrohre die Oberkiefer ab, so bleiben die Unterkiefer ihrer ganzen Länge nach vereinigt; das rührt daher, dass die eine von ihnen an der Spitze wie eine Schreibfeder gestaltet ist und die andere, flachere hier umschliesst. Uebrigens sind die Mandibeln stets weniger braun und somit auch wohl weniger starr, und spröde, als die Maxillen. Die Lage dieser vier Borsten im Kopfe bedingt natürlich ihre Benennung als erstes resp. zweites Kieferpaar[1]); ich finde nun, dass die von Landois als Mandibeln aufgefassten Kiefer mit denen, welche ich Maxillen nenne, sehr grosse Aehnlichkeit zeigen und ebenso die Mandibeln von Pyrrhocoris mit den Maxillen von Acanthia; dies gilt vornehmlich mit Bezug auf die Bildung der Spitzen. Während aber nach Landois die Maxillen [Mandibeln] von sehr ungleicher Länge sind,[2]) finde ich sie bei Pyrrhocoris ganz gleich. Allerdings erscheinen manchmal die Glieder beider Paare unter sich an Länge verschieden, insofern sie nicht gleichweit aus dem Kopfe hervorragen. So besitze ich ein hierfür recht demonstratives Präparat, welches ich gewann, indem ich einem saugenden Thiere den Rüssel abschnitt; da nun der angestochene Theil, die weiche

---

1) A. a. O. XVIII, S. 209, Taf. XI, Fig. 4.
2) In dieser Hinsicht stimme ich mit Gerstfeldt überein.

Flügelscheide einer in der Häutung begriffenen und wehrlosen Pyrrhocoris, durch die Aufbewahrung in Glycerin durchsichtig geworden ist, so lässt sich das Gesagte leicht constatiren. Wenn ich aber die vier Borsten sammt ihrer Muskulatur in continuo aus dem Kopfe heraushob, so habe ich noch stets gefunden, dass der scheinbar längere Kiefer in der That nur der weiter vorgeschobene war. An ihrer Basis tragen nun sämmtliche Borsten die zu ihrer Bewegung dienenden Muskeln und zugleich einen seitlichen Chitinfortsatz, mittels dessen sie der Kopfwand angefügt sind, der aber stets mehr oder minder weich und elastisch bleibt. Für die Mandibeln sind nur retractores vorhanden, die vom Grunde des Kopfes entspringen, für die Maxillen hingegen ausser diesen noch protractores, welche von den seitlichen und vorderen Kopfrändern ausgehen. Wie Landois bemerkt, bildet bei Acanthia die Kinnfurche das Hypomochlion für die Bewegungen, welche die Muskeln den Spitzen der Kiefer ertheilen; ich finde bei Pyrrhocoris, dass ein von der Basis der Oberlippe nach unten (nach der ventralen Seite zu) oder innen gerichteter Fortsatz die Borsten an ihrer Umbiegungsstelle völlig einschliesst, so dass sie förmlich in einem kurzen Rohre verlaufen (vergl. Taf. X, Fig. 17).

Soweit reichen die anatomischen Data. Stellt man nun die Frage, wie denn eigentlich die Vorgänge bei der Nahrungsaufnahme im Einzelnen sich abspielen, so lässt sich zwar eine wirklich befriedigende Antwort einstweilen noch nicht geben, doch mag immerhin ein Versuch zu einer Erklärung gemacht werden. Nachgewiesen wurde im Vorigen: 1) dass am Eingange des Mundes eine besondere Pumpvorrichtung vorhanden ist, 2) dass eine energische Veränderung des Lumens der Speiseröhre durch den Musculus dilatator oesophagi zu Stande kommen kann, 3) dass für die Kiefer eine eigene Muskulatur existirt. Hierzu kommen noch: 4) starke Muskellagen an Oesophagus, Darm und Speicheldrüsen[1]; ferner ist durch Beobachtungen erwiesen, dass 5) Speichel aus der Spitze des Rüssels austreten kann. Nimmt man hierzu noch dasjenige Ma-

1) Dies Archiv 1874, S. 331.

terial, das man durch die Betrachtung lebender Thiere gewinnt, so ergiebt sich die folgende Darstellung als eine leidlich plausibele. Die Aufrichtung der Stechborsten geschieht durch die Contraction der Musculi retractores ohne Weiteres und ohne dass sich die Rüsselscheide daran zn betheiligen braucht. In der That ist letztere bei den Vorbereitungen zum Saugen entweder unter den Kopf zurückgeschlagen, oder wenn sie erhoben war, in ihrem zweiten oder dritten Gliede eingeknickt. Sind nun die Kiefer durch eine Vorwärtsbewegung des Kopfes gleichzeitig gegen das zu verwundende Objekt gestemmt, so wird durch die Contraction ihres Musculus protractor die eine Maxille mit ihrer Spitze in die vor ihr liegenden weichen Theile eingeschoben. Sie nimmt die ihr zugehörige Mandibel mit, zieht sie aber auf ihrem Rückgange nicht wieder mit heraus, da die rückwärts gerichteten Zähne derselben dies verhindern. In gleicher Weise verfährt sodann die andere Maxille mit ihrer Mandibel und so kommt durch diese alternirende Sägebewegung, bei welcher die Mandibelspitzen die jedesmaligen neuen Stützpunkte liefern, eine hinreichend weite Oeffnung zu Stande. Gleichzeitig saugt die Pumpe aus der Speicheldrüse den fertigen Speichel nach oben und befördert ihn, indem die Muskulatur der Drüse seinen Rücktritt verhindert, in den von den Borsten gebildeten Canal, in welchem er theils durch Capillarität, theils durch fortgesetzte Pressung zur Spitze und von da aus in die Wunde gelangt. Dass er hier eine chemische Umsetzung der Gewebe und der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten bewirken muss, geht aus seiner stark alkalischen Reaktion hervor; man ist daher berechtigt zu sagen, dass sich die Heteropteren ihre Nahrung, bevor sie dieselbe zu sich nehmen, eigens gewissermassen zubereiten. Ob nun bei der alsdann erfolgenden Aufsaugung des Liquidums ausschliesslich die Pumpe oder ausschliesslich der Dilatator oesophagi in Verbindung mit der Muskulatur der Speiseröhre überhaupt oder endlich beide zugleich wirken, lässt sich durch directe Beobachtung an den undurchsichtigen Thieren nicht feststellen, wahrscheinlich sind aber die erste und dritte Möglichkeit auszuschliessen. Da sich nämlich nach aussen von der Einmündung der Pumpe in die Speise-

röhre an dieser keine Muskulatur mehr zeigt, hingegen nur noch hartes und starres Chitin vorhanden ist, so würde die Pumpe zwar den Saft aufsaugen können, bei der entgegengesetzten Bewegung des Kolbens aber ihn wieder in den capillaren Hohlraum zurückpressen müssen. Hiernach zu urtheilen dient die Pumpe ausschliesslich zur Beförderung des Speichels nach aussen und ist als ein für diesen Zweck, d. h. für die Zubereitung der Nahrung eigens eingerichtetes Organ zu betrachten, das sich zus einer Ausstülpung der Speiseröhre gebildet haben mag. Für die Aufnahme der Nahrung aber sorgt auch bei den Heteropteren die Contraktion und Expansion des Munddarms, indem zugleich die Capillarität hülfreich mit eingreift. Das Herausziehen der Kiefer geht trotz der rückwärts gerichteten Zähne in Folge des Zusammenwirkens aller vier Retractores anscheinend leicht vor sich; jedenfalls werden zuerst die Maxillen zurückbewegt, so dass alsdann die Mandibeln leicht zu entfernen sind. Vielleicht sorgt auch der Speichel für eine Erweichung des Gewebes, sodass kein grosser Widerstand zu überwinden bleibt.

Ueber die Genesis der Kiefer habe ich Einiges beizubringen, was nicht ohne Bedeutung sein dürfte. Bei Larven sieht man nämlich nicht selten im Thorax eigenthümliche Organe liegen, welche fast wie eine Retorte gestaltet sind und an dem gleichfalls geschlossenen Ende ihres Halses durch einen feinen Faden mit der Basis je einer Stechborste in Verbindung stehen. (Taf. IX, Fig. 15.) Man unterscheidet an ihnen eine Membrana propria und im Innern kleine runde Zellen von 0·009—0·012 Mm. Grösse. Nahe den Rändern des Halses liegt zwischen diesen Zellen eine structurlose Schicht, welche man für die Intima dieses Organes ansehen könnte, die aber gerade so wie dieses geschlossen ist und sich durch charakteristische Zähnelung an der Spitze als ein junger Kiefer kennzeichnet. Wirklich hat man es bei diesen Retorten mit den Bildungsstätten für die Stechborsten zu thun und kann alle Stadien in der Entwickelung der letzteren verfolgen. Namentlich sieht man, wie sich die Spitze der Borste bei Weitem früher als Produkt der Matrixzellen abscheidet, als die Basis und beobachtet fer-

ner, dass in dem Masse, wie die Chitinlage sich in den Bauch der Retorte hinein verlängert, dieser selbst schwindet. Endlich platzt die Membrana propria des Halstheiles; aus den Zellen in der Retorte scheinen sich Muskelfasern zu bilden, doch kann ich dies nicht für sichergestellt erklären. Ebenso wenig weiss ich mit Bestimmtheit zu behaupten, ob die Membrana propria des Bauchtheiles das Ligament wird, welches den Kiefer mit seiner Basis an den Kopf heftet. Während nun im Allgemeinen diese Ersetzung der fungirenden Borsten durch neue schon sehr früh geschieht, so dass viele Larven durchaus keine Retorten mehr in sich tragen, schiebt sich bei anderen der Zeitpunkt des Kieferwechsels weiter hinaus. In dieser Hinsicht ist mir namentlich ein Fall interessant gewesen. Ein junges Thier, welches bereits dicht vor der letzten Häutung stand und schon die nahezu fertigen äusseren Genitalien — es war ein Männchen — sammt der neuen Körperwandung unter der alten Chitindecke aufzuweisen hatte, besass noch die vier ursprünglichen Borsten und gleichzeitig vier ansehnliche Retorten, in welchen die Neugebilde ebenfalls fast ganz entwickelt waren.[1]) Uebrigens scheint auch der ganze Process bei einem und demselben Individuum nicht gleichmässig zu verlaufen, wenigstens fand ich Thiere, bei denen nur noch eine Retorte völlig vorhanden war, während von den andern blos Spuren sich erhalten hatten.[2]) Zur Vergleichung ziehe ich nun aus der Literatur über Embryologie der Insekten den Ausspruch von Mecznikow[3]) heran: „Bei Aphis . . . . dienen die Mandibeln und

1) Dasselbe Individuum war auch noch in einer andern Weise eine Abnormität. Es hatte nämlich 5 Vasa Malpighii, von denen das überzählige neben zweien der normalen in die eine blasenförmige Ausbuchtung des Darmkanals mündete. Leider war es mir nicht mehr möglich, die Endigungsweise desselben zu bestimmen. Andere Fälle dieser Art habe ich nie bemerkt.

2) Auch in diesem Sommer habe ich keine Embryonen zur Beobachtung ausfindig machen können. Von dem bereits früher erwähnten einzigen Exemplar, das ich untersucht habe, weiss ich aber mit Bestimmtheit, dass sich an ihm unverhältnissmässig grosse retortenförmige Organe zeigten. Vergl. dies Archiv 1874. S. 331.

3) Embryologische Studien an Insekten. Zeitschr. wiss. Zool. XVI. 1866. S. 389—493. Taf. 23-32. Citat auf S. 462.

Maxillen nicht zur Bildung der langen Stilette des Rüssels, wie jetzt allgemein angenommen und wie es in der That auch bei den Heteropteren der Fall ist". Vielmehr existiren nach Mecznikow zwei besondere „Retorten", in denen die Entwickelung der Stechborsten vor sich geht, so dass der Embryo, wenn er das Ei verlässt, zugleich auch seine ursprünglichen, aber noch nicht benutzten Kiefer abwirft. Ebenso verhält es sich mit Aspidiotus und Psylla. Dagegen bilden sich bei Corixa und Hydrometra die zuerst angelegten Mundtheile sämmtlich zu fungirenden Organen aus, was auch für das letztgenannte Thier von A Brandt[1]) bestätigt wird. Wenn sich daher auch die direkte Entwickelung der Kiefer für die angegebenen Arten von Wasserwanzen nicht wird bestreiten lassen, so ist doch, wie Pyrrhocoris zeigt, der Schluss, welchen Mecznikow gleich für alle Heteropteren zieht, entschieden unhaltbar und beweist nur, dass man bei solchen Verallgemeinerungen nicht vorsichtig genug sein kann. Uebrigens wird auch durch die Bildung secundärer Stechborsten, wie man sieht, die nahe Verwandtschaft zwischen Homopteren und Heteropteren dargethan, wie ich dies schon oben bei der Besprechung der Saugpumpe hervorgehoben habe.[2])

Die Oberlippe ist bei Pyrrhocoris nur kurz und läuft sehr spitz zu, ist der Quere nach fein gerunzelt und bildet an ihrer Basis dadurch, dass ihre seitlichen Ränder einen Fortsatz nach innen abgeben, ein kurzes Rohr, in welchem, wie bereits schon angeführt, die Stechborsten sich vor und zurückschieben. Beim Aufrichten der letzteren wird die Oberlippe passiv mit

1) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Libelluliden und Hemipteren u. s. w. Mém. Acad. St. Pétersbourg, 1869. p. 10—14.

2) Bei der Entwickelung der Parasita sollen nach der Darstellung von N. Melnikow (Troschel's Archiv f. Naturg. 1869. XXXV, 1. S. 136—189, Taf. VIII und IX) noch viele wesentlichere Um- und Neubildungen im Bereiche der Mundtheile vor sich gehen, doch ist Beschreibung und Zeichnung nicht völlig deutlich. Ueberhaupt ist der Rüssel der Pediculiden trotz vielfältiger Untersuchungen noch immer nicht ganz klar dargelegt, da auch die neueste Arbeit von Graber, wie schon erwähnt, unvollständig ist.

gehoben, strebt aber durch ihre Elasticität wieder in die Anfangslage zurück. Muskeln sind zu ihrer Bewegung nicht vorhanden. Die Unterlippe ist lang, reicht im Ruhezustande zwischen die Hinterhüften und ist, wie bei den Heteropteren allgemein noch deutlich in zwei durch eine dünne Substanzbrücke verbundene Längshälften geschieden. Die dem Körper zugewendete Seite ist an der Spitze äusserst weich und zart und mit ganz kleinen dünnen Härchen besetzt. Ich bin der Ansicht, dass die Unterlippe beim Saugakte selbst sich nicht betheiligt, sondern vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich als Tast- und Geschmacksorgan fungirt. Dies scheinen Beobachtungen an lebenden Thieren insofern zu bestätigen, als man sehen kann, wie nach dem Einsenken der Stechborsten in das Nährmaterial die Unterlippe ab und zu sich tastend an den Kiefern auf- und abschiebt und so die angesägte Substanz auf Momente berührt. Die Bewegungen der einzelnen Glieder an einander sind ziemlich ergiebig und veranlassen oft eine bedeutende Knickung der ganzen Unterlippe; sie werden durch Muskelzüge bewirkt, welche an der Unterseite liegend (der Rüssel ausgestreckt gedacht), von den Seitentheilen jedes Gliedes zur Basis des nächstfolgenden verlaufen. Die Rüsselscheide wird in toto gehoben und gesenkt durch verhältnissmässig kräftige Muskeln, welche im vorderen Theile des Kopfes angebracht sind und sich am ersten Gliede inseriren. Die für die Bewegung der Antennen dienenden Vorrichtungen habe ich, da sie kein besonderes Interesse darboten, nicht näher untersucht. Ebenso gebe ich von der Muskulatur der Beine keine Beschreibung, da ich nichts Abweichendes gefunden habe. In Betreff der Flügel bemerke ich Folgendes. Dass sie nur selten auftreten, ist zur Genüge bekannt; ich trage nur nach, dass sich hierbei auch Unregelmässigkeiten verschiedenster Art zeigen. So fand ich ein Weibchen mit vollständig ausgebildeten Hemielytren, aber rudimentären Flügeln und ein anderes, dessen Halbdecken ihre volle Grösse erreichten, während die Flügel nur zur Hälfte entwickelt waren. Einen ähnlichen Fall

berichtet Hausmann in einem besondern Anhang[1]) zu seinem bereits citirten Artikel über Pyrrhocoris; er beobachtete ein Individuum mit nur einem vollständigen Flügel und einer ganz ausgebildeten Halbdecke. Die Beschreibung der Flugwerkzeuge giebt übrigens Fieber erschöpfend genug, so dass ich auf ihn verweisen darf.

Das Abdomen bietet in seiner äusseren Gestalt mancherlei Bemerkenswerthes dar. Von der Rückenfläche erwachsener Thiere giebt Fig. 18 (auf Tafel X.), welche ein Weibchen und Fig. 19, welche die letzten Segmente eines Männchens darstellt, ein Abbild; die betreffenden Theile einer Larve zeigt Fig. 20. Die Zeichnungen sind nach Präparaten gefertigt, welche nach der schon oft erwähnten Methode der Färbung mit Carmin gewonnen wurden. Bei den Larven genügt, da die Chitinmembran farblos ist, und nur das rothe Pigment der Epidermiszellen durchschimmert, ein Entfernen des letzteren auf mechanischem Wege, die erwachsenen Thiere haben hingegen im Chitin selbst so viel schwarzen Farbstoff abgelagert, dass eine Bleichung nothwendig wird. Man bemerkt nun zunächst, dass sich die Verbindungszone zwischen den Epimeriten und Tergiten lebhaft tingirt (in den Fig. gänzlich weiss gelassen), wie dies bei dem weichen Chitin nicht anders zu erwarten ist. Um so mehr sticht die schwachgelbe Farbe des mit 1 bezeichneten Epimerites ab, welches man sonst leicht übersieht. Das zu ihm gehörige Sternit ist nicht mehr als gesondertes Stück vorhanden, sondern als mit dem Metasternum verschmolzen anzusehen. Auch das Tergit ist nur schwach entwickelt. Weil nämlich die Hemielytra beständig aufliegen, so bleibt die von ihnen geschützte Partie des Rückens weich und so giebt auch nur eine schwache gelbe Zone in der Höhe des ersten Epimerites Kunde von dem Dasein desselben. (In der Fig. grau angedeutet.) Eine scharfe Trennungslinie wie bei den späteren Segmenten findet sich hier aber nicht. Bei der Larve (Fig. 20) hebt sich das erste Segment nicht gegen die Bindehaut zum Notum hin ab, und so scheint das dritte Stigmen-

1) Illiger's Magazin f. Insektenkunde. I. 1802. S. 491.

paar innerhalb des ersten Abdominalsegmentes zu liegen, was aber, wie die erwachsenen Thiere darthun, nicht der Fall ist. Bis zum Ende des zweiten und oft auch des 3. Tergites reicht eine mediane Furche von weicherem Chitin, eine Art Sutura dorsalis. Von den übrigen Segmenten ist, wenn ich einstweilen von den zu den Genitalien gehörigen und den darauf folgenden absehe, nicht viel zu erwähnen, da ich die Oeffnung der Stinkdrüsen[1]) bereits früher besprochen habe. Doch zeigen sich auf den Tergiten 2—5 sehr deutlich in den seitlichen Theilen dunkle, nicht scharf abgegrenzte Flecken, die auch in den weiteren Segmenten, wenngleich nicht so lebhaft, sichtbar sind. In ihrem Bereiche hat sich die zellige Skulptur des Chitins noch ziemlich erhalten, welche sonst fast gänzlich verschwunden ist. Bei den Larven sieht man an den betreffenden Stellen eigenthümliche Zeichnungen, die sich von beiden Seiten her bis ziemlich an die Mediane hin erstrecken (Taf. X, Fig. 20). Hier ist nämlich die Rückenhaut noch auf allen Segmenten mit Ausnahme der beiden ersten deutlich gefeldert und ausserdem grubig punktirt, und man sieht, wie alle diese Punkte und Linien durch Ablagerung des schwarzen Pigmentes in die Cuticula entstanden sind. An den bezeichneten Flecken (Taf. IX, Fig. 8) sind aber ganze Reihen von Feldern durchaus glatt, so dass also die zugehörigen Epidermiszellen anderer Natur sein müssen, insofern sie das in ihnen gleichfalls vorhandene Pigment dem Chitin nicht mittheilen. Ob diese Flecken, die an den lebenden Thieren nicht im Geringsten merkbar sind, für die Oekonomie ihrer Träger irgend eine Bedeutung haben, muss dahingestellt bleiben; ich neige mich der Ansicht zu, dass sie von Hause aus eine verschiedene Färbung des Rückens bezweckten, wie sie bei anderen Heteropteren an den gleichen Stellen vorkommt, dass sie aber, wie Pyrrhocoris seine Flügel einbüsste und somit die Halbdecken den Rücken beständig

---

1) Bei der letzten Häutung fällt die grosse Stinkdrüse bekanntlich funktionell weg, obwohl die Intima noch persistirt. An den Exuvien findet man dann dies mit Oel gefüllte Reservoir vor und der Verschluss ist so gut, dass selbst nach Jahresfrist der charakteristische Geruch des Oeles noch ebenso lebhaft hervortritt, wie am Thiere selbst.

überdachten, allmälig eingingen und jetzt nur noch rudimentär vorhanden sind. Uebrigens zeigt sich in der Verbindungshaut des Metanotums mit dem ersten Tergite in der gleichen Höhe mit dem 3. Stigmenpaare jederseits eine scharf umschriebene, linsenförmige und mit Haaren besetzte Partie, welche aus braunem Chitin besteht; ihrer Lage nach (Fig. 181) entspricht sie den erwähnten Flecken, doch weiss ich nicht, ob dies bereits zu einem Schlusse auf ihre morphologische Stellung berechtigt. Ich bemerke noch, dass die Segmente 1—7 der Rückenhaut sowohl mit Bezug auf Form als auch auf die beschriebenen Einzelheiten bei Männchen und Weibchen durchaus gleich gebaut sind.

Der Bauchtheil des Abdomens zeigt gleichfalls einige Eigenthümlichkeiten. Die Haarflecken sind schon oben eingehend behandelt worden, ebenso ist hervorgehoben, dass das erste Sternit völlig eingegangen ist. Im Einklange hiermit ist das zweite nur an den Seitentheilen breit und trägt hier das 4. Stigma, während es in der Mitte sehr schmal wird. Bei den Larven sind die einzelnen Segmente auch in ihren Episterniten deutlich geschieden, indess bei den erwachsenen Thieren die letzteren verschmolzen sind. Die schwarze Farbe, welche die Sternite bei den Imagines zeigen, findet sich bei den Larven, an denen im Uebrigen das Roth durchschimmert, nur an wenigen Stellen der Mediane durch längliche, nicht scharf abgegränzte Flecken vertreten. Ganz constant ist der Fleck am Vorderrande des 4. Segmentes gegenüber den folgenden winzig; diejenigen des 5., 6. und 7. sind gross und deutlich, und bei allen Individuen gleich; dagegen zeigt sich die Verschiedenheit der Geschlechter bereits in den Larven auch äuslich in der Färbung des 8. Segmentes. In diesem ist nämlich bei den zukünftigen Männchen am Vorderrande ein schmaler schwarzer Streif vorhanden, während die unfertigen Weibchen eine diffuse Färbung an derselben Stelle aufweisen. Man gewinnt hierdurch ein bequemes Mittel, die Sexualität schon in den frühesten Stadien zu bestimmen.

Die äusseren Genitalien des Weibchens sind verhältnissmässig einfach gebaut und erlauben so einen ziemlichen

Einblick in den Mechanismus des Copulationsaktes, insoweit er eben dieses eine Geschlecht betrifft. Das 7. Segment des Abdomens gehört noch nicht in die Genitalsphäre hinein und kommt daher hier nicht in Betracht, dagegen zeigt sich das 8. bereits stark modificirt. Im Allgemeinen betreffen übrigens diese Abänderungen beim Männchen sowohl wie beim Weibchen zumeist den Bauchtheil, während der Rücken nur wenig von dem Schema abweicht. Demgemäss besteht auch Tergit 8 noch aus einem Stücke und unterscheidet sich von den vorhergehenden Tergiten nur dadurch, dass die Epimerite nicht mehr als besondere Stücke auftreten, sondern nur durch die Farblosigkeit ihres Chitins gegenüber dem Schwarz des Mittelfeldes sich hervorheben (Taf. X, Fig. 21). Die Episternite tragen das 10. und letzte Stigma. Das Sternit ist ansehnlich gross und durch einen medianen Längsspalt fast völlig in zwei gleiche Theile zerlegt, welche getrennt beweglich sind. Es sind dies die „panneaux de la vulve" nach Dufour,[1]) der sie als „grands, de forme à peu près quadrilatère" beschreibt. Von der Fläche betrachtet, zeigen sie namentlich auf ihrem Vordertheile unregelmässig vertheilt kleine Flecken (Fig. 21 und 22), welche noch von einem besonderen Hofe umgeben erscheinen und eigenthümliche Gebilde darstellen; sie sollen weiter unten in ihrer Bedeutung gewürdigt werden. Von dem 9. Segmente ist das Tergit in zwei Stücke zerfallen, die aber eine weiche Verbindungshaut zwischen sich tragen; dagegen sind Epimerit und Episternit jeder Seite innig mit einander verbunden. Das Sternit ist gleichfalls durch eine Längslinie andeutungsweise getheilt, in Wirklichkeit aber sind beide Hälften sowohl unter sich als mit den entsprechenden Partien des 10. Segmentes fest verwachsen. Von diesem ist übrigens ausserdem nur noch das Tergit in Form zweier länglicher Stücke ausgebildet, indess die Seitentheile eingegangen sind. Der After wird von einem Klappenpaare begrenzt, welches das 11. Segment repräsentirt und mit langen Haaren besetzt erscheint (Fig. 21a).

Eine nähere Betrachtung verdienen nun die Anhangsgebilde

1) A. a. O. S. 337.

des 8. und 9. Segmentes, in so weit sie direct mit den Genitalien in Verbindung treten. Trennt man sämmtliche Ringe hinter dem 7. von dem Körper los und legt die so gewonnene ziemlich halbkugelförmige Schale mit der Aussenseite nach unten, so blickt man in der Tiefe gerade auf die Trennungslinie des 8. und 9. Sternites (Taf. X, Fig. 22). Wenn man darauf die Genitalklappen (Sternithälften) des 8. Segmentes umlegt oder ganz entfernt, so wird das Atrium genitale frei. Es zeigt sich alsdann, dass von dem Vorderrande des 9. Sternites eine vielfach in Falten gelegte, weiche Chitinmembran nach innen und vorne zu sich erhebt und auf ihrer dem Rücken zugewendeten Fläche mit Zellen besetzt ist, während ihre Bauchfläche glatt bleibt. Sie bildet die Rückenwand der Genitalhöhle und verläuft vorne direct in die sackartige Erweiterung des ductus seminalis, deren früher [1]) gedacht wurde (Fig. 22 bc.) An den Seiten wird sie durch einen besonderen, sogleich zu besprechenden Stützapparat in ihrer Lage erhalten. Die ventrale Wand, welche nach vorne zu sich in die sogenannten Tuben fortsetzt (vgl. die schematischen Durchschnitte Taf. X. Fig. 24 u. 25), geht ebenfalls von dem Hinterrande eines Sternites und zwar des 8. aus, zieht aber nicht in gerader Linie nach innen in den Körper hinein, sondern verläuft noch eine geraume Strecke nahezu parallel der Wandung der Genitalklappen. Hier nun bilden sich Verbindungen zwischen den einander zugewendeten Flächen dieser ventralen Wand und der Klappen in der Art aus, dass dünne Pfeiler aus Chitin durch den Zwischenraum, welcher natürlich mit der Leibeshöhle communicirt, hindurchgehen (Taf. X. Fig. 23). Trennt man diese zwei Lamellen gewaltsam von einander, so bleiben die Pfeiler bald an der einen, bald an der anderen haften und tragen an ihrem nunmehr freien Ende Fetzen derjenigen Wandung, von der sie losgerissen worden. Sie haben einen Durchmesser von 0,007—0,012 Mm. und erreichen dort, wo die Lamellen sich am weitesten entfernen, also am Vorderrande des 8. Sternites, eine Länge bis zu 0,090 Mm. In ihrem Inneren

1) Dies Archiv 1874 S. 344. Taf. IX. Fig. 26.

sind sie mit Luft gefüllt, stehen aber keineswegs mit der Atmosphäre in directer Verbindung. Es sind dies die oben erwähnten, von einem Hofe umgebenen scheinbaren Flecken. Zu bemerken ist noch, dass einzellige Drüsen in dem Zwischenraume zwischen beiden Lamellen liegen und in das Atrium genitale ausmünden. Sie besitzen einen chitinisirten Ausführgang, der bis zu 0,045 Mm. Länge erreicht, mehrfach gewunden ist und an seinem in der Zelle befindlichen Theile eine kleine (0,0025 Mm. grosse) knopfförmige Anschwellung trägt. Ich habe diese Bläschen mit keinem besonders auffälligen Secrete angefüllt gefunden und kann bei ihren so sehr geringen Dimensionen weiter nichts von ihnen aussagen. Sie werden um so häufiger, je weiter der Hohlraum wird, in dem sie sich befinden.

Der noch zu beschreibende Stützapparat der Genitalhöhle (Taf. X. Fig. 21 u. 22) liegt, wie schon gesagt, in den Seitentheilen und giebt bei geschlossenen Genitalklappen der Membran auf dem Querschnitte die Gestalt einer lang gezogenen Ellipse, welche bei der Oeffnung nahezu in einen Kreis übergeht (Fig. 22, 24 u. 25 ag). Er kommt in der Weise zu Stande, dass von den Seitenrändern des 9. Sternites und von den entsprechenden Episterniten je ein leistenförmiger Fortsatz in das Innere des Thieres nach vorne zu hineinragt. Die beiden Leisten jeder Seite treten an ihren Enden zusammen, biegen sich nach hinten und aussen um und liegen mit diesem Theile der Innenfläche der Genitalklappe dicht an, indem sie sich unmittelbar mit der inneren Lamelle derselben verbinden. An dieser Umschlagsstelle liegt die Einmündung der früher besprochenen Oeldrüse (Taf. X. Fig. 22 gl ol). Das 9. Sternit selbst ist in jeder Hälfte ausgezeichnet durch eine Ausbuchtung in der Richtung nach dem Bauche zu, welche ihre grösste Tiefe an dem Episternite besitzt und so einen in die Genitalhöhle ragenden Vorsprung darstellt, hinter welchen bei der Begattung je ein Sperrhaken des männlichen Genitalapparates einzugreifen scheint, indem er die Membran, wie dies die schematische Fig. 25 andeutet, vor sich her treibt. Ich habe mich bemüht, von den in Copulation befindlichen Thieren

durch Abschneidung der betreffenden Theile und nachfolgende Praeparation über diesen Punkt, sowie über die Lagerung der beiderseitigen Begattungsorgane, während sie in Thätigkeit begriffen sind, ins Klare zu kommen. Indessen trennten sich regelmässig die dem Männchen zugehörigen Apparate von denen des Weibchens, so dass ich also auf Muthmassungen angewiesen bin. Fährt man mit einer stumpfen Nadel durch das Atrium genitale gerade nach innen und zwar ohne irgend eine Verschiebung der Membranen zu bewirken, so sieht man an gebleichten und von den undurchsichtigen Weichtheilen befreiten Exemplaren ganz deutlich, wie die Nadel regelmässig an diejenige Stelle gelangt, wo sich der Ductus seminalis zu dem häutigen Sacke erweitert. Hiernach zu urtheilen, fungirt der letztere als Bursa copulatrix (Fig. 22 bc) und das Sperma wird direct in das Receptaculum seminis übergeführt, aus welchem es alsdann bei Bedürfniss vielleicht durch den an der Glocke desselben befindlichen Muskel [1]) herausgepresst wird. So viel ist sicher, dass derjenige Theil des Atrium genitale, in welchen die Eileiter nach ihrer Vereinigung münden, an der Vorderwand liegt und von der Nadel nie berührt wird. Ich betone dies im Hinblicke auf die Leydig'sche Ansicht, derzufolge das Auftreten des Sperma im Receptaculum seminis ein mehr zufälliges sei und nicht den Zweck verfolge, den man ihm für gewöhnlich zuschreibt. Wenn also Leydig sagt [2]): „es scheint eben für viele Arthropoden zu gelten, dass die einmal ins Receptaculum seminis gelangten Samenelemente dort verbleiben", so gehört Pyrrhocoris wohl nicht zu dieser Gruppe, sondern besitzt in dem engen Endtheile seiner Genitalhöhle ein für die Aufbewahrung des Samens besonders eingerichtetes Organ, welches durch die drüsigen Elemente in seiner Wandung dazu in den Stand gesetzt wird, das bei der Begattung unmttelbar aufgenommene Sperma für längere Zeit bewegungs- und befruchtungsfähig zu erhalten. Uebrigens gibt

1) Dies Archiv 1874 S. 343.

2) Eierstock und Samentasche der Insecten S. 77.

auch Balbiani [1]) für Aphis Aehnliches an. Er sagt: „Nous avons en effet vu plus haut que tout tendait à démontrer que, pendant la réunion sexuelle, le pénis du mâle pénétrait jusque dans l'intérieur du réceptacle séminal, pour aller déposer directement le sperme dans le cul-de-sac terminal de cet organe, ou poche séminifère." Und wirklich machen die anatomischen Verhältnisse, wie sie Balbiani beschreibt und durch Zeichnungen erläutert, diese Ansicht äusserst wahrscheinlich.

Die beiden Tuben (Fig. 22 t) vereinigen sich zu einem unpaaren Uterus (22 u), welcher kugelförmig anschwillt und sodann durch eine enge Röhre in den vorderen Theil der Genitalhöhle mündet. Hierbei werden die beiden Muskellagen, die äussere circuläre und die innere in der Längsrichtung verlaufende, welche sich bereits an den Tuben vorfinden, immer stärker, während die Epithelschicht sich dem Pflasterepithel nähert und schliesslich in die Hypodermis übergeht. Die dem Bauche zugewendete Seite des Uterus verläuft direct in die ventrale Chitinwand des atrium genitale; letztere ist in Falten gelegt und wird auf ihrer inneren Fläche nicht von Muskeln überkleidet. Dafür begeben sich aber kräftige Muskelbündel jederseits vom Rande des 9. Episternites schräg nach vorne zur dorsalen Wand der Genitalhöhle und scheinen, da sie in der Mediane zusammentreffen, nur eine Anspannung der für gewöhnlich gleichfalls gefalteten Membran bewirken zu sollen. Ebenso ziehen von den Epimeriten des 9. Segmentes Muskeln nach vorne und inseriren sich an dem vorderen Theile der nach innen gerichteten Leiste des betreffenden Episternites; ihre Wirkungsweise ist mir nicht deutlich geworden. An den Leisten selber befestigen sich Bündel, welche quer durch den hinteren Theil des Abdomens in die Hypodermis zu verlaufen scheinen und zum Aufrichten der Leisten, also gleichfalls zu einer Erweiterung der Genitalhöhle dienen mögen. Die Klappenhälften des 8. Sternites sind an ihrem Vorderrande mit den auch sonst von Segment zu Segment ziehenden Längsmuskeln

1) Mémoire sur la génération des Aphides. Annal. des Sciences natur. Zool. 1870. II. No. 2 p. 27.

(Musculi abdominales ventrales longitudinales) versehen und werden durch deren Contraction zum festen Zusammenschluss, also zur Verdeckung der Geschlechtsöffnung gebracht. Die gegentheilige Bewegung, die wichtigste also für das Zustandekommen der Begattung, ist lediglich auf vermehrten Blutandrang, d. h. auf eine energische Volumverminderung der vorderen Bauchhälfte durch die Musculi transversales abdominis, zurückzuführen, da Muskeln, welche direct die Oeffnung besorgen könnten, fehlen und die Elasticität der Klappen, wie leicht zu ermitteln, nicht selbst in diesem Sinne thätig ist. Ein Blick auf die schematischen Längsschnitte (Fig. 24 und 25) lehrt ohne Weiteres, wie die Umlegung der Klappen, zwischen deren doppelter Wandung das Blut circuliren kann, in dieser Art zu Stande kommen muss. Die in das Lumen des Atrium genitale scheinbar frei vorspringende Membran ma ist als eine Duplicatur der ventralen Wand aufzufassen; es ist dieselbe, in deren Seitentheile die zwei Leistenpaare liegen, welche sie, wie schon oben erwähnt, in ihrer Lage erhalten. Ob übrigens diese Leisten morphologisch als umgewandelte nnd nach innen gezogene Fusspaare anzusehen sind, würde sich nur aus der Entwickelungsgeschichte ermitteln lassen. Jedenfalls wird man sie nicht ohne Weiteres als blosse Verstärkungen in der Chitinwand der Genitalhöhle auffassen dürfen.

Die äusseren Genitalien des Männchens sind bei Weitem verwickelter gebaut und eben darum um Vieles schwieriger verständlich. Eine Zurückführung der einzelnen, sie zusammensetzenden Theile auf Segmente und Segmentanhänge ist nur möglich unter der Annahme bedeutender Verwachsungen, denen bei dem Weibchen kein Analogon zur Seite steht. Geht man von den unzweifelhaft sicheren Verhältnissen, wie sie die vorderen Hinterleibsringe darbieten, aus, so findet man Folgendes. Während beim Weibchen der 7. Ring ganz unverändert bleibt, ist sein Tergit beim Männchen mit dem folgenden Tergite zu einer in die Länge gezogenen Platte verschmolzen; doch wird die Stelle dieser Vereinigung noch deutlich durch ein Paar farbloser, kleiner Flecken, welche in das

sonst schwarz gefärbte Chitin vorspringen (Taf. X. Fig. 19 m). Ebenso sind die Epimerite gänzlich verwachsen; eine Furche trennt übrigens die letzteren von den ersteren wenigstens in der hinteren Partie und gestattet dieser eine grössere Beweglichkeit. Die nun folgenden Segmente sind in ihrer Ruhelage (Taf. X. Fig. 26) so weit in den Körper eingezogen, dass vom Rücken her nur eine minimale Hervorragung bemerkt werden kann und auch auf der anderen Körperfläche nur wenig hervortritt [1]). Unmittelbar auf das 7. Sternit folgt ein Ring, welcher mit demselben durch eine ziemlich weite Verbindungshaut in Connex steht und so zu grossen Lageveränderungen befähigt erscheint. Er ist übrigens nur auf der Ventralfläche völlig aus hartem Chitin gebildet, während er auf der Rückenseite mit Ausnahme von jederseits zwei Zipfeln, welche von der Bauchfläche ansteigen, völlig weich ist. Von diesen Zipfeln trägt der vordere dicht an seinem Ende das 10. Stigma (Fig. 19 st). Die Verbindungshaut zu dem nun folgenden Stücke läuft noch eine Strecke weit im Innern des Ringes nach vorne und ist hier ähnlich wie es die Genitalklappen des Weibchens zeigen, durch Chitinpfeiler mit der äusseren Haut des Segmentes verbunden. Auch einzellige Drüsen, welche den oben beschriebenen völlig gleich sind, fehlen hier nicht, münden jedoch nicht ausschliesslich auf der Connectivmembran, sondern auch auf der Ringfläche selber. In gleicher Weise finden sich auf dem 8. Tergite einige Pfeiler vor, welche zwischen der Wandung desselben und der Verbindungshaut zu den erwähnten Zipfeln aufgerichtet sind. Fasst man nun diesen Ring als das 8. Sternit sammt den Episterniten auf, wofür sowohl das Vorkommen der Stigmen als auch die Aehnlichkeit im feineren Bau mit dem homologen Theile des Weibchens sprechen, so bleiben noch drei mehr oder weniger vollständige Segmente zu behandeln übrig. Diese sind in einem Körper zu finden, welcher sich an den 8. Ring durch die schon charakterisirte Bindehaut sehr locker anschliesst und in seiner

---

1) Auf die Beschreibung und Zeichnung, welche Dufour von diesen Theilen gibt, gehe ich ihrer Dürftigkeit wegen nicht ein.

Form einem Kugelquadranten nahe kommt (vgl. Figg. 26, 27 und 30). Mit der einen geraden Fläche grenzt er nämlich an das vorhergehende Segment, während die andere, nach allen Richtungen hin etwas erweiterte, zur Endfläche wird und die Oeffnung für den After und den Penis trägt. Diese ist, wenn man sich den Quadrant in seiner Ruhelage (die letztgenannte Fläche dem Rücken des Thieres zugewendet) denkt, in der Richtung der Mediane lang ausgezogen (Fig. 19), in ihrem vorderen Theile für den After bestimmt und hinten auf jeder Seite erweitert, um Raum für die Bewegung zweier Sperrhaken zu gewähren, zwischen denen der Penis durchtritt. Sonach ist die Genitalöffnung nicht, wie zu erwarten wäre, zwischen dem 8. und 9. Ringe, sondern innerhalb des letzteren gelegen und ist durch enorme Entwicklung des Sternites von der Bauch- auf die Rückenfläche verschoben worden; die einzelnen typischen Theile des Segmentes sind gleichzeitig ganz und gar verschmolzen. Die nach vorne und seitlich vom After gelegene, sehr kleine Partie wird als rudimentäres Tergit und Epimeritpaar zu deuten sein, so dass also der Penis an der Grenze zwischen dem dorsalen und ventralen Theile liegt. Der Darm besitzt an seinem Ende zwei Paar Analklappen, welche das 10. und 11. Segment repräsentiren mögen.

Was die in diesem Quadranten enthaltenen Chitingebilde betrifft, so besteht zunächst jeder Sperrhaken aus einem Basalstücke, welches an seinem Ende zur Insertion von Muskeln verbreitert ist, und zwei Spitzen, von welchen die grössere die directe Verlängerung der Basis darstellt, während die kleinere fast rechtwinklig dazu steht und in situ am weitesten von der Mediane entfernt ist. Der ganze Apparat articulirt in de Nähe der Oeffnung für den Penis an dem nach innen umgebogenen Rande derselben (Taf. X. Fig. 32 h), ist demnach als ein Anhang der Episternite des Segmentes zu betrachten. An der bogenförmig gekrümmten ventralen [1]) Partie hingegen, also an dem eigentlichen Sternite verläuft in der Mediane der Innenseite eine kurze Leiste (Fig. 32 cr), welche dem Penis

1) Die Theile sind stets in der angegebenen Ruhelage gedacht.

und den ihn unmittelbar umgebenden, gleich näher zu beschreibenden Chitinstücken zur Anheftung dient. Sie tritt nämlich in das Lumen des 9. Segmentes hinein, indem sie sich von der Wand beinahe rechtwinkelig entfernt, und verbreitert sich nach vorne zu auf jeder Seite von der Mediane in der Weise, dass ein Halbring zu Stande kommt. Dieser durchsetzt den Innenraum des Stückes, in welchem er liegt, in der Richtung von der Bauch- zur Rückenfläche und bildet so einen hinteren Raum, in welchem die Sperrhaken mit ihren Basalstücken gelegen sind, und eine vordere Abtheilung für den Penis und den After. Während sich also der Ring mit seiner hinteren Fläche in der Mediane völlig von der ventralen zur dorsalen Wand erstreckt, ist seine vordere Fläche in ähnlicher Weise wie das oben beschriebene 8. Segment nur unvollständig ausgebildet; an seinen ventralen Zipfeln aber articulirt ein zweiter kleinerer Halbring. Die Axe, um welche sich der letztere innerhalb des ersten drehen kann, hat man sich von rechts nach links verlaufend zu denken; sie entspricht aber nicht einem Durchmesser in dem Kreise, welchen der äussere Ring begrenzt, sondern einer Sehne, welche man nahe dem Rande desselben zieht. Hierdurch ist der dorsale Theil des inneren Ringes zu relativ bedeutenden Lageveränderungen befähigt, welche er einem von ihm umspannten Sacke, dem Penisbehälter (Taf. X. Fig. 32 bp) mittheilen kann. Dieser steht in seiner Längsrichtung senkrecht zur Ebene des Ringes und ragt mit dem freien Ende bis dicht an die spaltförmige Geschlechtsöffnung. Seine Wandung ist von dem freien Ende bis zur Anheftungsstelle an dem Ringe eingestülpt und geht hier unmittelbar in den Penis über, so dass eine Ausstülpung denselben um die ganze Länge des Sackes vorrücken lässt. Bei dieser Gelegenheit treten zwei Klappenpaare (Taf. X. Fig. 31), welche dem Penis der Länge nach anliegen, mit hervor, schlagen sich an dem freien Rande der ausgestülpten Membran rechtwinkelig zu ihr um und verhindern durch ihre Elasticität einen Rücktritt des eigentlichen Begattungsorganes, der nur dann erfolgen kann, wenn sie durch irgend welche äussere Ursachen wieder zusammengeklappt werden. Dann genügt

allerdings die Spannung der Wandungen des Sackes, um den Penis in seine Ruhelage zurückzuführen. Man kann sich von diesen Vorgängen überzeugen, wenn man die betreffenden Theile mit Kalilauge oder Essigsäure behandelt, um dem Chitin seine Sprödigkeit zu nehmen, und vermag mit der Präparirnadel die angegebenen Bewegungen nachzuahmen. Der Penis selbst ist an seinem Ende stark hakenförmig nach hinten zu gekrümmt (Fig. 31). Der Ductus ejaculatorius, welcher innerhalb des Quadranten an der ventralen Seite verläuft und von dort her in den Penis eintritt, ist vielfach gewunden und streckt sich selbst bei der völligen Ausstülpung nicht gänzlich; in dem Penis verläuft er an der dorsalen Seite und mündet auch nicht an der eigentlichen Spitze, sondern an der Stelle, wo die Endkrümmung beginnt. In Folge dessen hat das Sperma den letzten Theil seines Weges in einer offenen Rinne zurückzulegen, deren Ränder allerdings hoch sind und etwas zusammenneigen.

Im Vergleiche zu den complicirten männlichen Begattungsorganen ist der Apparat, wie ihn nach Landois' Beschreibung [1]) die Bettwanze aufweist, überaus einfach zu nennen. Am merkwürdigsten ist dabei offenbar der Umstand, dass der Penis von Acanthia in der Ruhelage nicht in den Hinterleib zurückgezogen, sondern nur wie die Klinge eines Taschenmessers in den äusseren Rand desselben eingeschlagen ist. Die hierfür bestimmte Rinne verläuft aber keineswegs in der Mediane des Körpers, sondern von links nach rechts und bringt so eine Ungleichheit der beiden Antimeren zu Wege. Ich habe bei Pyrrhocoris von ähnlichen Verhältnissen auch nicht einmal eine Andeutung gefunden. Eine morphologische Zurückführung der Sperrhaken auf ihre Beziehung zu den letzten Segmenten habe ich ebenso wie mit den Stützleisten bei dem Weibchen nicht versuchen können. [2])

---

1) A. a. O. S. 213.

2) Ich möchte bei dieser Gelegenheit noch erwähnen, dass Landois bei Acanthia nur 8 Abdominalsegmente annimmt und die Genitalöffnung bei dem Weibchen zwischen das 7. und 8., bei dem Männ-

Ueber die Musculatur der männlichen Genitalien bemerke ich Folgendes. Die ganze hintere und ein grosser Theil der vorderen Partie des 9. Segmentes wird von Muskeln erfüllt, welche sich an die Basis der Haken begeben und dieselben nach allen Richtungen hin zu dirigiren vermögen. Die einzelnen Bündel erblickt man als deutlich getrennte elevatores, depressores, protractores und retractores auf den Schnitten, welche man in verschiedener Richtung durch das 9. Segment macht; aus dem Punkte ihrer Insertion an der breiten und dicken Basis der Haken kann man auf ihre Wirkungsweise mit ziemlicher Sicherheit schliessen. Im vorderen Theile entspringen von der Rückenfläche zwei starke Muskeln (Fig. 32 pp), welche zu dem inneren Ringe in der Nähe seiner Drehungspunkte verlaufen und sich dort an stark chitinisirte Platten ansetzen; sie dienen zur Bewegung des Ringes und bewirken dadurch mittelbar eine theilweise Hervorstreckung des Penissackes aus der Genitalöffnung. Ausserdem inserirt sich noch ein Muskel (Fig. 32 dp), welcher von dem vorderen Rande des Segmentes ausgeht, an denselben Ring und bringt eine Hebung desselben, die einer Senkung der Penisspitze entspricht, zu Stande. Erschlaffen die Muskeln, so kehrt der Ring durch Elasticität in seine ursprüngliche Lage zurück, wie sich experimentell nachweisen lässt. Von anderweitiger Musculatur habe ich im Bereiche des 9. Segmentes nichts bemerkt. Die Annäherung desselben an das vorhergehende Segment bewirken starke am vorderen ventralen Rande befestigte Längsfaserzüge, die von dem gleichnamigen Theile des 8. Sternites entspringen und daher beide Ringe völlig in einander einzuschachteln vermögen (Musculi retractores breves).

---

chen in das 8. selbst verlegt. Von Aphis sagt Balbiani (a. a. O. p. 36): „le nombre total des zoonites de l'abdomen ... est de dix", lässt aber doch die Vulva sich zwischen dem 8. und 9. Segmente öffnen, so dass er nur das 11. Segment, welches bei Pyrrhocoris von einem Paar Afterklappen vertreten wird, vermisst, während Landois gleichzeitig auch das erste nicht findet und das zweite Sternit für das erste hält. Es liegen aber hier die Verhältnisse genau so, wie bei Pyrrhocoris, da sich ein rudimentäres erstes Tergit nachweisen lässt.

In ihrer Vereinigung werden sie unter die Dorsalplatte (7. und 8. Tergit) zurückgezogen durch die Wirkung von Bündeln, welche unter Ueberspringung des 8. Sternites sich an den vorderen Rand des Quadranten ansetzen und vom 7. Segmente ausgehen; ich finde ein verticales und zwei dorsale auf (M. retractores longi). Da im Zustande der weitesten Hervortreibung der Genitalien aus dem Körper das 9. Segment um die volle Länge des 8. Sternites vom Abdomen entfernt ist, so müssen die Muskeln, welche hierbei passiv gedehnt sind, enorm lang und doch zugleich einer ganz bedeutenden Contraction fähig sein, da sie das Endsegment wieder zurückführen sollen. In der That habe ich diese Bündel in einer Länge freiliegend dargestellt, welche die Ausdehnung des 8. Sternites noch beträchtlich übertrifft. Endlich ziehen noch Muskeln direct vom 7. Segmente zum 8. Sternite hin; sie gehen von der Mediane der Bauchwand nach rechts und links in der Richtung nach hinten aus und treten mehr oder minder schräge an die vorderen Zipfel des Halbringes heran, zu dessen Drehung um die Längsaxe des Thieres sie verwendet werden (M. rotatores).

Die Innervation dieser von dem übrigen Körper so zu sagen emancipirten Segmente (des 8.—11. Ringes mit Ausnahme des 8. Tergites) erfolgt von dem Endtheil des Bauchfadens, welcher sich bereits in der Gegend der Bursa ejaculatoria in mehrere Zweige getheilt hat. Die zahlreichen Tracheen entstammen dem im 8. Episternite gelegenen Stigma.

Es bleibt mir nun noch die Aufgabe, die Betheiligung des Männchens an dem Copulationsakte darzulegen und diesen selbst eingehend zu verfolgen; hierbei stütze ich mich wiederum auf die historischen Data und auf Beobachtungen an lebenden Thieren. Zwar giebt De Geer[1]) einige Zeichnungen über die bei Pentatoma juniperi L. vorkommenden Verhältnisse und verbreitet sich auch ziemlich ausführlich im Text über diesen Gegenstand; doch sind seine Angaben nicht genau genug, um Berücksichtigung zu verdienen. Die Begattung geht folgender-

---

1) Abhandlungen zur Geschichte der Insekten. Deutsche Ausgabe von Götze. 3. Band. 1780. S. 168. Taf. XIII. Fig. 15—18.

massen vor sich (Vergl. Taf. X., Fig. 28 und 29). Man sieht das Männchen sich einem Weibchen in dem gewöhnlichen, bedächtigen Schritte nähern, dann aber mit einem plötzlichen Sprunge darauf losstürzen und nun heftige Bewegungen mit Antennen und Vorderfüssen machen, welche augenscheinlich das Weibchen zur Oeffnung der Genitalklappen anregen sollen. Hierbei ist die gegenseitige Lage beider Thiere die, dass das Weibchen in seiner ursprünglichen Stellung verharrt, das Männchen hingegen, indem es Kopf und Hinterleib den gleichnamigen Theilen des Weibchens gleichgerichtet hält, mit seinem Bauche den einen Seitenrand des Weibchens berührt, so dass seine Antennen und Beine sich theils auf der dorsalen, theils auf der ventralen Fläche des letzteren befinden. Jene Liebkosungen, denn als solche wird man die stets wiederkehrenden und ganz eigenartigen Bewegungen des Männchens aufzufassen haben, verfehlen nur selten ihren Zweck; ich habe sogar beobachtet, dass Weibchen, welche dem Hungertode nahe vor Entkräftung auf dem Rücken lagen, sich zu einer geschlechtlichen Vereinigung anreizen liessen. Welche nervösen Apparate aber hierbei ins Spiel kommen, ist mir gänzlich unklar geblieben. Inzwischen hat nun das Männchen seinen gesammten Genitalapparat durch vermehrten Blutandrang auszustülpen gewusst; doch betrifft dies einstweilen nur die ganzen Segmente, nicht aber den Penis. Indem aber das 8. Sternit gegenüber dem folgenden Ringe seine normale Stellung beibehält, dreht es sich durch Vermittelung der an die Zipfel sich ansetzenden und zum Theil schräg verlaufenden Musculi rotatores in Bezug auf das vorhergehende Segment um wenigstens 90°, so dass die gerade Endfläche, welche die After- und Genitalöffnung trägt, nicht mehr dem Rücken parallel verläuft, sondern nach oben schaut. In dieser Richtung wird sie durch die vereinigte Wirkung des Blutdrucks und der ihm entgegenarbeitenden Musculi retractores longi in Berührung mit der geöffneten Vulva des Weibchens gebracht, worauf die Sperrhaken sich seitlich verschieben und der Penis aus seinem Sacke hervortritt.[1]) Diese

1) Ich habe mich durch directe Messungen davon überzeugt, dass

letztere Bewegung geschieht wiederum lediglich ohne Beihülfe von Muskeln; sie wird aber nur möglich, nachdem zuvor das freie Ende des Sackes, welches in seiner Ruhelage nicht direct zur Oeffnung hinausschaut, durch die an den inneren Ring desselben sich ansetzenden Muskeln gesenkt und zugleich vorgeschoben ist. Ist dies geschehen, so verlässt das Männchen seine unbequeme Lage, stellt sich auf seine Beine und kommt so, indem die Rotatores des 8. Sternites nachlassen und somit dieser Theil seine normale Position einnimmt, in den Fall, sich rückwärts fortzubewegen, während das stärkere Weibchen vorwärts strebt (Fig. 29). Man kann nun beide Thiere auf den Rücken legen, ohne dass für gewöhnlich die Verbindung zwischen ihnen nachlässt; da sie sich aber nicht zugleich aufrichten, sondern das Männchen oft noch liegen bleibt, während das Weibchen schon wieder zum Stehen gekommen ist, so hat dann das 8. Sternit gegenüber dem 7. eine Drehung von 180° auszuhalten, wozu es nur durch die ausserordentliche Weite der Verbindungsmembran befähigt ist. Die Reponirung aller Genitalstücke nach beendetem Akte geschieht theils durch die Elasticität der Membranen (Invagination des Penis, Rotirung des inneren Ringes im äusseren), theils durch die Retractores longi und breves. Hierbei werden die Penisklappen, welche sich in zwei ihnen correspondirende Faltenpaare in der membranösen Wand des Atrium genitale eingesenkt hatten, durch das Zurückziehen des 9. Segmentes einander genähert, so dass der Penis sich einstülpen muss. Bringt man zwei in Vereinigung befindliche Thiere in Trennung, so besitzt das Männchen nur äusserst selten noch die Kraft, auf's Neue den Coitus auszuüben, während das Weibchen sich ohne Weiteres mit einem frischen Männchen verbindet.

---

der Penis fast ganz die nämliche Länge hat, wie die Bursa copulatrix und ebenso der Penis in Verbindung mit dem ausstülpbaren Theile seines Sackes nahezu der Länge des gesammten Atrium genitale gleichkommt. Die Breite des letzteren überwiegt bedeutend dieselben Dimensionen des Penis sammt seiner Klappen. Es scheint daher fast sicher, dass wirklich die Bursa copulatrix auch als solche fungirt und so das Sperma in das Receptaculum seminis übergeführt wird.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. IX.

Fig. 1. Nervensystem halbschematisch. Die oberen Schlundganglien sind in der Mitte getrennt und zur Seite gelegt. In die Thorakalganglien ist auf der linken Hälfte der Faserverlauf eingezeichnet. Vergr. 30.
at Antennennerv;
oc Augennerv;
p, *ms*, *mt* } Nerven zu den drei Füssen;
I, *II* erstes und zweites Thorakalganglion.

Fig. 2 und 3. Nervensystem von der Seite und vom Rücken gesehen. Halbschematisch. Vergr. 10.
at und *oc* wie in Fig 1.
oe Speiseröhre;
c Rückengefäss;
gs oberes Schlundganglion;
g Ganglion zwischen Herz u. Speiseröhre (ganglion cordale);
I, *II* wie in Fig. 1.

Fig 4. Theil eines Flügelmuskels vom Herzen eines jungen Thieres. Chromsäurepräparat. Vergr. 80.

Fig. 5. Verschlussapparat des zweiten linken Thorakalstigmas eines erwachsenen Thieres von innen gesehen. Vergr. 120.
m Verschlussmuskel.

Fig. 6. Rechte Hälfte der Bauchdecke eines erwachsenen Weibchens. Vergr. 10. Man sieht die Stigmen und die Haarflecken.

Fig. 7. Ein einzelner Haarfleck von aussen. Vergr. 200.

Fig. 8. Theil der Rückenhaut einer Larve zur Veranschaulichung der Zeichnung der Cuticula. (Vergl. Fig. 20.) Vergr. 200.

Fig. 9—12. Saugpumpe von erwachsenen Thieren. Vergr. 50.
Fig. 9 und 12 zeigen den Kolben in seinem höchsten, Fig. 10 in seinem niedrigsten Stande. In Fig. 11 ist *l* die Platte zum Ansatze für den Pumpmuskel *me* in Fig. 12. *ds* ist der Speichelgang ohne und mit Sekretionszellen, *or* die Mündung in den Rüssel.

Fig. 13 und 14. Schemata der Saugpumpe. Der Kolben ist eingeschoben und ausgezogen.
ds und *or* wie in Fig. 11 und 12.

Fig. 15. Retortenförmiges Organ. Vergr. 20. Im Inneren eine in der Bildung begriffene Mandibel mit sägeförmigen Einschnitten an der Spitze.

Fig. 16. Verschlussapparat eines Abdominalstigma von innen gesehen. Vergr. 120.
m Verschlussmuskel;
t Trachee.

Fig. 17. Sagittalschnitt durch den Kopf eines erwachsenen Thieres. Halbschematisch. Vergr. 30. Von dem Speichelgange ist nur die Intima angegeben; die Stechborste stellt eine Mandibel vor, von deren dreibäuchigem Muskel der eine Bauch weggelassen wurde. Die eigentliche Kopfmuskulatur ist nicht berücksichtigt.
doe musculus dilatator oesophagi;
rm retractor mandibulae;
me Pumpmuskel;
ls Oberlippe;
mx' Unterlippe;
oe Speiseröhre.

Taf. X.

Fig. 18. Rückentheil des Hinterleibes eines erwachsenen Weibchens nach künstlicher Bleichung. Vergr. 10. Man gewahrt die nicht scharf abgegrenzten Zeichnungen in den Seitentheilen der Tergite.
l linsenförmiger Fleck vor dem ersten Tergite;
st drittes Thorakalstigma;
a After mit seinen Klappen.

Fig. 19. Letzte Segmente des Rückens von einem erwachsenen Männchen. Die Genitalringe künstlich ausgestülpt und nicht gebleicht. Vergr. 10.
m Fleck, welcher die Grenze zwischen dem 7. und 8. Tergite angiebt;
st siebentes Abdominalstigma.

Fig. 20. Rückentheil des Hinterleibes einer männlichen Larve nach Entfernung des rothen Pigmentes. Vergr. 10. Man sieht die grauschwarzen Flecke in der Mittellinie der Tergite und die (grau angedeuteten) pigmentfreien, glatten Stellen in den Seitentheilen. (Vergl. Fig. 8.) Das erste Segment verläuft ohne scharfe Begrenzung in die Bindehaut zum Metanotum.
l linsenförmiger Fleck;
st drittes Thorakalstigma.

Fig. 21. Die weiblichen Genitalringe auseinandergelegt und von aussen gesehen. Vergr. 10.

p Stützleisten der (nicht mitgezeichneten) Wandung des Wandung des Atrium genitale;

a After;

st siebentes Abdominalstigma.

Fig. 22. Weibliche Genitalien vom Rücken her gesehen. Die meisten Theile nur auf einer Seite vollständig gezeichnet. Vergr. 20. Man sieht in die Gruben von 9*s* hinein. Die ventrale Membran schimmert durch.

ov Ovidukte;

t Tuben;

u Uterus;

rs Samenbehälter;

bc Begattungstasche;

gl ol Oeldrüse;

ag spaltförmige Oeffnung der ventralen Wand;

a After.

Fig. 23. Chitinpfeiler in der Wandung der weiblichen Genitalklappen. Optischer Querschnitt. Vergr. 50.

a äussere, eigentliche Wandung.

i Bindehaut zum vorangehenden Sternite.

Fig. 24 und 25. Schematische Sagittalschnitte durch ein Weibchen, dessen äussere Genitalien geschlossen und offen sind.

c Rückengefäss;

vs Samenbehälter;

ov Eileiter;

ma vordere Wandung der Höhle;

ag Geschlechtsöffnung;

i Enddarm.

Fig. 26 und 27. Dieselben durch ein Männchen, dessen Genitalien eingezogen und ausgestülpt sind.

dj Ductus ejaculatorius;

bp Penissack;

p Penis.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 24 und 25

Fig. 28 und 29. Schematische Darstellung der Copulation in zwei verschiedenen Stadien.

Fig. 30. Hinterleib eines Männchens, dessen Genitalien durch Druck hervorgestülpt worden sind.

Fig. 31. Penis mit seinen Klappen und dem vorderen Theile des Sackes in ausgestülptem Zustande. Vergr. 40.

dj ductus ejaculatorius.

Fig. 32. Halbschematischer Sagittalschnitt in der Nähe dei Mittel-

linie durch das 9. Segment eines Männchens. Der Penisbeutel und seine Ringe als vom Schnitte nicht betroffen gedacht. Vergr. 20.

bp Penissack;
dp Herabzieher } desselben;
pp Vorzieher }
cr ventrale Leiste;
h Sperrhaken;
x Muskeln zu demselben.

Jena, den 15. Juli 1875.

Zur Lehre von den Doppelmissgeburten.

Von

Dr. Ludwig Dittmer

aus Berlin.

Die Vorstellung über die Entstehung der Doppelmissbildungen war zu verschiedenen Zeiten eine sehr verschiedene und ist es zum Theil noch heute. Wenn wir die Phantasien bei Seite lassen, finden wir als erste, und bei der Unkenntniss der normalen Entwickelungsgeschichte allerdings leicht begreifliche Vorstellung, die, dass man sich die Doppelmissbildungen durch Verwachsung zweier, ganz unabhängig von einander zur Entwickelung gekommener Embryonen entstanden dachte. Auch als man die normale Entwickelungsgeschichte genauer zu studiren begonnen, fiel diese Vorstellung nicht, vielmehr wurde sie nach den gewonnenen Kenntnissen mit Hinzunahme einer tüchtigen Portion Phantasie modificirt. So sprach man von einer Verwachsung zweier, aus zwei verschiedenen, entweder ganz von einander unabhängigen, oder in einem Graaf'schen Follikel entstandenen, Eiern hervorgegangenen Embryonen und erklärte die stets vorhandene Verwachsung gleichartiger Theile und die Symmetrie des Ganzen durch das „loi d'affinité de soi pour soi" (G. St. Hilaire). Diese Ansicht zu widerlegen hat sich J. Fr. Meckel[1]) das Verdienst erworben. Trotzdem findet man nach ihm noch Anhänger dieser Lehre in Gurlt, Breschet, D'Alton, Hr. Meckel, den G. St. Hilaires u. a., besonders Franzosen, bis in die neueste Zeit hinein.

---

1) Handbuch d. path. Anal. I, S. 26 ff. Halle 1812—18. u. de duplicitate monstrosa. Halae 1815.

Es blieb nun weiter nichts übrig, als die Entstehung der beiden später verwachsenden Embryonen aus einem Ei, und wieder baute man Hypothesen, indem man annahm, dasselbe müsse als Bedingung zur Entstehung von Doppelmonstren zwei Dotter oder zwei Keimflecke (Simpson) enthalten. Nach Schultze[1]) soll der Process auf Vorhandensein einer doppelten Vesicula germinativa beruhen, welche die Bildung doppelter Fruchthöfe zur Folge haben soll, die um so inniger mit einander verbunden wären, je näher die Keimbläschen einander gelegen, und in denen sich dann mehr oder minder gemeinsame „Axengebilde“ entwickeln sollen.

Dieser Verwachsungstheorie steht gegenüber die Ansicht von der theilweisen Spaltung eines einfach angelegten Keimes in zwei Theile, die jedoch noch einen gewissen Zusammenhang mit einander bewahren und sich in den getrennten Hälften selbständig, in dem gemeinsamen Theile gemeinsam entwickeln, eine Ansicht, die unter anderem durch die experimentelle Erzeugung eines Doppelembryo's durch künstliche Längsspaltung eines normalen einfachen Keimes durch Valentin[2]), gestützt wird.

Man hat diese Spaltung in derselben Weise vor sich gehend gedacht, wie man sie bei der Vermehrung niederer Thiere findet, z. B. bei Diplozoon paradoxon[3]) oder aber in der Weise, dass nach Befruchtung des Eies eine abnorm starke Furchung eintrete, die viel mehr Zellen liefere, als zur Entwickelung eines Embryo nöthig wäre, und wo dann der Ueberschuss, je nach der Grösse desselben, zur Bildung eines zweiten mehr oder weniger vollständigen Embryo verwendet würde, der im letzteren Falle mit dem vollständig entwickelten zusammen hinge.[4])

Einer eingehenderen Kritik über diese verschiedenen Ansichten müssen wir uns enthalten, weil diese uns eines Theils zu weit führen würde, anderen Theiles sie sich aus dem fol-

1) Virchow's Archiv VII. 1854. T. 479.

2) Repertorium II. 1837. S. 149.

3) Leukart: de monstr. eorum que ortu. 1845. p. 74.

4) Foerster: Die Missbildungen des Menschen.

genden leicht ergiebt. Nur soviel wollen wir sagen, dass die Verwachsungtheorie als durchaus widerlegt anzusehen ist. Mögen sich zwei Embryonen aus zwei getrennten oder einem Follikel entstammenden Eiern, oder aus einem Ei mit zwei Dottern, zwei Keimflecken oder Keimbläschen entwickeln, Niemand hat beobachtet, dass dieselben verwachsen und zu Doppelmonstren werden können.

Mit der Aufstellung der Spaltungstheorie ist man demnach der Wahrheit um vieles näher gekommen, jedoch habe ich in keiner der mir vorliegenden Arbeiten eine eingehendere Erläuterung über die Gesetzlichkeiten dieses Spaltungsprocesses, über seine Natur und seine Begründung in der normalen Entwickelungsgeschichte gefunden. — Eine wahre Würdigung derselben ist meiner Ansicht nach auch erst möglich geworden auf Grund der Reichert'schen Lehre von der bilateralen Symmetrie des Wirbelthierorganismus, eine Lehre, die für das Verständniss ebenso der normalen Anatomie und Entwickelungsgeschichte, als auch der Pathologie der letzteren von der höchsten, bis jetzt aber leider noch nicht vollständig und allgemein gewürdigten Bedeutung ist.

Die Lehre von der bilateralen Symmetrie, dem Aufbau des Wirbelthierorganismus aus zwei symmetrischen Hälften, welche in der Medianebene zusammenhängend, ein Ganzes, ein Individuum bilden, ist nicht allein eine Abstraction aus der Erscheinung des entwickelten Organismus, sondern vielmehr eine Lehre, die in der Bildungsweise sämmtlicher Wirbelthiere begründet ist, und bei der Entwickelung dem Beobachter gleichsam ad oculos demonstrirt wird: Gleich nachdem das befruchtete Ei den Furchungsprocess beendet, und sich von der freien Oberfläche der Dotterkugel resp. Scheibe (tâche embryonaire, Coste) eine einfache Zellenschicht, die Umhüllungshaut gesondert, und den ganzen Dotter, Bildungs- sowie Nahrungsdotter, zu umwachsen begonnen (bläschenförmige Frucht, Reichert); nachdem durch Differenzirung aus dem Bildungsdotter die drei Keimblätter: Anlage des Centralnervensystems, Epithel des Darmkanals, und zwischen beiden das Stratum intermedium hervorgegangen, — zeigt sich als erste Anlage für den bilateral-sym-

metrischen Bau des künftigen Individuums die primitive Rinne.[1]) Sie theilt die blattartigen Anlagen in eine rechte und linke Hälfte, welche beide hinwiederum sich in der durch dieselbe angedeuteten Linie, der primären Commissur aller Primitivorgane vereinigen. Im Wirbelsystem bildet sich hier noch ein besonderes Commissurgebilde, die Chorda dorsualis, die jedoch bei den höheren Wirbelthieren bei der weiteren Entwickelung stets verloren geht, und nur bei den Knorpelfischen (Rochen, Haien u. A.) persistirt. Geht später die Entwicklung in der bekannten Weise durch Erhebung der Rückenplatten des Wirbel-, Haut- und Centralnervensystems zur Bildung der Rückenröhre einer-, und durch Abschnürung der Bauchröhre des Haut- und Wirbelsystems und des Darmrohrs (Strat. intermed. mit Cylinderepithel) andererseits vor sich, so entstehen in jedem der genannten Organe Commissuren, die secundäre Rücken- und Bauchcommissur. Im Wirbel- und Hautsystem findet sich je eine Rücken- und eine Bauchcommissur. Diese Commissuren sind am Rücken angedeutet durch die mediane Rückenfurche die Proc. spinosi u. s. w. am Bauch durch das Sternum und die Linea alba. Die secundären Commissuren bestimmen eine Ebene, in welcher auch die primäre Commissur aller Organe gelegen ist: die Medianebene, welche das ausgebildete Wirbelthier nun in eine rechte und linke Hälfte theilt, wie die primitive Rinne die Anlage desselben.

Aus dieser kurzen Erörterung wird man ohne Mühe den Unterschied zwischen der gewöhnlichen seitlichen und der wahren bilateralen Symmetrie ersehen können. Scheinbare Symmetrie findet man häufig im Thier- und Pflanzenreich, so z. B. bei den gefiederten Blättern, bei den Pennatuliden (Anthozoen) den Echinodermen, doch kann hier eben nur ein Vorurtheil den Unterschied zwischen dieser und der Symmetrie der Wirbelthiere läugnen wollen. Derselbe liegt einfach in der Entwickelung, während das Wirbelthier sich aus einer Anlage

1) v. Baer's Primitivstreifen, von Remak zur Aufstellung der „Axenplatte" verwendet. Reichert hat dieses Gebilde als Rinne nachgewiesen „primitive Rinne", nicht zu verwechseln mit „Rückenfurche".

entwickelt, in der erst im Laufe der Entwicklung eine Sonderung in zwei Hälften, und dadurch eine Mittellinie auftritt, ein Process, durch welchen zu dem vorhandenen Material nichts hinzugefügt wird, findet bei der seitlichen Symmetrie eine Entwicklung aus einem Mittelpunkte (Echinodermen) oder einem Stamme, einer Axe (Blatt, Pennatula) heraus durch Knospenzeugungsprocess, d. h. durch Wachsthum, also unter fortwährender Vermehrung des vorhandenen Materials statt. Während also beim Wirbelthier die ungetheilten Hälften das Primäre sind, sind es bei allen anderen symmetrisch erscheinenden Organismen die Axengebilde. Bei der wahren Symmetrie giebt es Axengebilde im eigentlichen Sinne gar nicht und deshalb ist es Unsinn und zeugt für Mangel an Verständniss der Embryologie, von solchen stricte zu reden. Für die gewöhnliche Symmetrie dagegen sind gerade die Axengebilde charakteristisch, ebenso wie das Fehlen der Commissuren.

Wenden wir dies nun auf die Doppelmissbildungen an, so entstehen diese, indem die normale bilateral-symmetrische Keimspaltung stellenweis zu weit geht, excessiv wird, indem die primitive Rinne zu tief greift, so dass die blattartigen Anlagen an dieser oder jener Stelle getrennt werden, d. h. indem der bilateral-symmetrische Keimspaltungsprocess stellenweis zu einem paarig-symmetrischen Keimtrennungsprocess (dies wäre wohl der beste Name) wird. Indem nun jede der selbständig gewordenen Hälften die Fähigkeit besitzt, sich die ihr fehlende andere Hälfte zu ergänzen, entstehen so Doppelmissbildungen, die in einem Theil, Kopf oder Rumpf oder beiden zusammenhängen und in diesen bilateral-symmetrisch, in den übrigen Theilen jedoch getrennt und paarig-symmetrisch sind. In dem gemeinsamen, bilateral-symmetrischen Theile findet man dieselbe Medianebene, dieselben primären und secundären Commisuren, wie im normalen Wirbelthier, nur in etwas anderer Anordnung (s. u.); aber auch in den getrennten, paarig-symmetrischen Theilen findet man für jedes der beiden Individuen eine eigene Medianebene, eigene primäre und secundäre Commissuren.

Es ist dies die Genese, meiner Ansicht nach, aller Dopdelbildungen. So entsteht die z. B bei Eidechsen so häufige Verdoppelung der Schwanzspitze, so sind die berühmten „Siamesen“, die „zweiköpfige Nachtigall“ entstanden, so entstehenend lich jene Paarlinge[1]) d. h. Zwillinge, die durch einen sämmtliche Anlagen in der ganzen Länge und Dicke betreffenden, paarig symmetrischen Keimtrennungsprozess entstanden sind, und welche als Zeichen ihrer Gemeinsamkeit stets gleiches Geschlecht und eine solche Aehnlichkeit besitzen, dass man sie nur neben einander zu unterscheiden vermag.

Da, wie soeben besprochen, die paarig symmetrische Keimtrennung nichts weiter ist, als eine excessiv gewordene bilateralsymmetrische Keimspaltung, so kann dies Excediren partiell oder total nach verschiedenen Richtungen hin sein, und dieselbe kann vom Kopf oder Schwanzende ausgehen und beliebig weit vorschreiten. Sie kann aber dabei auch, und dies ist bis jetzt vollständig übersehen, die verschiedenen blattartigen Anlagen an verschiedenen Stellen verschieden tief trennen. Ja man hat Doppelmonstra beobachtet, die nur auf einer stellenweis zu tief werdenden, nirgend eine vollständige Trennung der blattartigen Anlagen in ihrer Totalität herbeiführenden Spaltung beruhen. So z. B. kann das Centralnervensystem in seiner ganzen Länge oder zum Theil getrennt werden, während im Stratum intermedium nur die normale Spaltung vor sich geht, und die Folge davon ist eine ganz oder theilweise doppelte Centralnervenröhre in einer einfachen Rückenröhre des Wirbelsystems. So hat Dönitz[2]) in einem einfachen Schädel ein doppeltes Gehirn und Med. oblongata beschrieben, die Folge eines am Kopfende zu tief gewordenen und auf dieses beschränkten Keimspaltungsprocesses. Würde das ganze Centralnervensystem durch den paarig symmetrischen Keimtrennungs-

1) Wohl zu unterscheiden von eigentlichen Zwillingen, d. h. zweien zu gleicher Zeit geborenen, aber aus zwei verschiedenen, zufällig zugleich befruchteten Eiern entstandenen Früchten.

2) Dies Archiv 1865, S. 620. Präp. des hies. anatom. Museums No. 21433.

process betroffen, während die übrigen blattartigen Anlagen nur der Keimspaltung unterworfen bleiben, so müsste man als Folge in einer Rücken- oder Spinalröhre des Wirbelsystems zwei Rückenmarksstränge und in einer einfachen Schädelhöhle zwei Gehirne finden. In geringer Ausdehnung war dies beim Dönitz'schen Falle zutreffend. Im weiteren Verlaufe nämlich zeigte das äusserlich einfach gewordene Rückenmark zwei Centralkanäle als Andeutung für das Doppeltsein, und ist dieser Befund häufiger beobachtet.[1]) Das Vorhandensein von zwei Centralkanälen kann man sich aber, da sich der Centralkanal durch Erhebung der Rückenplatten und Abschliessung derselben zu einer Rückenröhre bildet, nur auf Grund paarig symmetrischer Keimtrennung und in Folge dessen Erhebung doppelter Rückenplatten und Bildung einer doppelten Rückenröhre des Centralnervensystems, wenn dasselbe auch später äusserlich einfach erscheint, erklären. Es ist dieser Vorgang von Dönitz auch angegeben und schematisch abgebildet. Ist die Anlage des Wirbelsystemes, d. h. des oberen Theiles des Stratum intermedium zugleich getrennt, so bildet dasselbe eine doppelte Rücken- und Bauchröhre, von denen die letzteren jedoch gemeinsam sein können, in der Ausdehnung, die die Trennung erreichte. Ist zugleich auch der untere Theil des Stratum intermedium, das Stratum intermedium im engeren Sinne, welches hauptsächlich die Anlage der Darmhaut repräsentirt, getrennt, und zwar, wie stets, zugleich mit dem Cylinderepithel des Darmkanals, so bildet sich in diesen Theilen ein doppeltes Darmrohr.

Durch das Ineinandergreifen dieser Trennungs- und Spaltungsprocesse, ihre verschiedene Combination an derselben Anlage, entsteht jenes Heer von Doppelmissbildungen, in welches eine durchgreifende und endgültige Eintheilung zu bringen, die allen Anforderungen genügte, bis jetzt noch Niemandem gelungen ist.

Directe Beobachtungen über die paarig symmetrische Keimtrennung existiren bis jetzt nur sehr wenige, weil es ja ein

1) Dies Archiv, 1861, von Wagner.

blosser Zufall ist, der uns ein Präparat dieser Art zu verschaffen vermag. Die frühesten in der Literatur bekannten Fälle von Doppelembryonen sind von Reichert[1]) und Dönitz[2]) beschrieben. Jedoch reichen die hier mitgetheilten Beobachtungen aus, um die Entwicklung der Doppelmonstra zu verstehen und aus den fertigen Formen umgekehrt auf die Art ihrer Entwicklung zu schliessen.

In Folgendem möge es mir nun gestattet sein, die Art der Entstehung der verschiedenen Formen von Doppelmissbildungen einzeln näher zu erörtern.

Man unterscheidet seit alter Zeit Missbildungen, bei denen die Trennung von oben nach unten vor sich gegangen ist: Dicephalen, Diprosopen, Ischiopagen, Pygopagen; Missgeburten, bei denen die Trennung von unten nach oben vor sich gegangen: Dipygen, Kephalothoracopagen (Janiceps) und endlich solche, bei denen oben und unten Trennung stattgefunden: Thoracopagen, Prosopothoracopagen. Diese Eintheilung, obgleich durchaus nicht in allen Beziehungen correct, hat doch vor anderen den Vortheil der Einfachheit und Uebersichtlichkeit und ist deshalb zur leichteren Orientierung in der grossen Schaar von Doppelmissbildungen nicht zu umgehen.

Die häufigsten Doppelmonstren sind die nach alter Eintheilung sogenannten Thoracopagen, d. h. Bildungen, bei denen der Zusammenhang an Brust und Bauch gelegen. Dieselben besitzen zwei Wirbelsäulen, zwei Hälse, zwei Becken, vier Arme, vier Beine und einen gemeinsamen Thorax mit einem vorderen und einem hinteren Sternum und eine gemeinsame Bauchhöhle. Zu bemerken ist, dass die beiden Individuen sich nicht gerade, sondern etwas schräg gegenüber stehen und daher seitlich aneinander gelehnt erscheinen, so dass die hinteren Schultern einander näher stehen, oft sich berühren, während

1) Dies Archiv 1864, S. 744. Anatomische Beschreibung dreier sehr frühzeitiger Doppel-Embryonen von Vögeln. Zur Erläuterung der Entstehung von Doppel-Missgeburten.

2) Dies Archiv 1866, S. 518. Beschreibung und Erläuterung von Doppel-Embryonen. 3. Abhandlung.

die vorderen weit von einander entfernt sind. Dadurch kommt es, dass die hinteren, den einander zugekehrten, oder wie man sagt, accesorischen Seiten angehörigen Extremitäten häufig mehr oder weniger in der Entwickelung zurückbleiben, atrophiren.

Die Entwickelung dieser Formen geht folgendermaassen vor sich[1]: In der ovalen Embryonalanlage entsteht, wie in der Norm, eine primitive Rinne. Dieselbe wird jedoch am Kopf- und Schwanzende zu tief, es tritt demnach hier eine Trennung der beiden Hälften ein. Diese getrennten Theile entsprechen dem Kopf und Hals einer-, dem Becken andererseits. Jedoch auch im Rücken- und Lendentheil wird die primitive Rinne tiefer als normal. Sie theilt das ganze Centralnervensystem vollständig der Länge nach, sie theilt ferner noch die obersten Schichten des Stratum intermedium. Bei der Rückenbildung bildet nun jedes Centralnervensystem und jedes Wirbelsystem seine eigne Rückenröhre. An den der späteren Vorder- (Bauch) Seite entsprechenden, freien Rändern dieser Doppelanlage, wo sich dieselbe gegen den stets einfachen, jedoch am Kopf und Schwanzende bisweilen Andeutung von Theilung zeigenden Gefässhof abgrenzt, findet nun, wie in der Norm, die Abschnürung der Bauchröhre statt.

Zu den Thoracopagen sind auch die Formen zu rechnen, bei denen der Zusammenhang nur auf den Bauch beschränkt ist. Man findet hier die Proc. xiphoidei der beiden Individua zusammenhängend und eine gemeinsame Bauchhöhle (Xiphopagen). Der Zusammenhang kann sich jedoch noch weiter beschränken, und endlich nur in einem aus Haut, Nabelgefässen und Urachus gebildeten Strange bestehen, auf welchem dann der Nabel gelegen. Der Entstehung dieser Formen liegt dieselbe, nur ausgedehntere Keimtrennung zu Grunde und die Entwicklung modificirt sich auf leicht ersichtliche Weise nach der Ausdehnung des Zusammenhanges, weshalb wir dieselbe nicht näher zu erörtern brauchen.

Sehr interessant sind die bei diesen Thoracopagen vorkommenden Formen mit drei Armen, die meist als Dicephali tri-

1) Reichert in diesem Archiv, 1864, S. 744.

brachii beschrieben werden. Einen solchen finden wir bei Barkow,[1]) einen ferneren bei Meckel.[2]) Diese Formen als Dicephali aufzufassen, wie es fast stets geschieht, ist jedenfalls kritiklos. Naturgemäss kann man doch einen Dicephalus nichts anderes nennen, als ein einfaches Individuum, das auf vollständig einfachem oder höchstens in der Halsregion doppelt werdendem Rumpfe einen doppelten Kopf trägt (s. u.). — Bei den Tribrachii findet man naturgemäss den dritten Arm articulirend an einer Gelenkfläche, die zwei Scapulis gemeinsam, und durch Verschmelzung der beiden Gelenkflächen entstanden ist. Die Extremität selbst ist äusserlich stets einfach, bis auf die Finger, deren Zahl zwischen fünf und zehn sehr variirt. Das Skelet jedoch ist häufig mehr oder weniger verdoppelt. So findet man doppelte Hand-, Unter- und selbst Oberarmknochen, die wieder unter einander verwachsen oder gesondert sein können. Die Zahl der Finger ist meist über fünf. Man sieht also deutlich, dass dieser dritte Arm aus der Verschmelzung der beiden hinteren hervorgegangen ist.

Es wäre nun noch die, für diese Formen ebenso wie für alle anderen gleich wichtige Frage zu erörtern, wie die durch paarig symmetrische Keimtrennung entstandenen beiden Hälften der ursprünglich einheitlichen, bilateralsymmetrischen Anlage sich die ihnen fehlenden Hälften zu verschaffen vermögen. Man könnte meinen, dass von der Trennungslinie, der ursprünglichen Medianlinie der einfachen Anlage aus durch Knospenzeugung die andere Hälfte aus der vorhandenen hervorwüchse, jedoch wäre dieser Process so abweichend von den Bildungsgesetzen, welche für die Wirbelthiere Geltung haben, dass ich gestehen muss, dass ich es für sehr unzulässig, ja für unlogisch halten würde, wenn man eine solche Erklärung davon geben wollte. Vielmehr halte ich es für viel wahrscheinlicher, viel natürlicher und dem Entwicklungstypus des Wirbelthieres entsprechender,

1) Barkow. Monstra animalium duplicium per anatomen indigata. 2 Bde. 1828. I. p. 17.

2) J. Fr. Meckel: De duplicitate monstrosa. Commentar. Halae. 1815.

auch in diesen getrennten Hälften einen neuen, gleichsam secundären, bilateral-symmetrischen Keimspaltungsprocess anzunehmen, durch welchen die beiden selbstständig gewordenen Halbanlagen wieder in bilaterale Hälften getheilt und dadurch je zu einem vollständigen Ganzen restituirt werden.

Ist dies geschehen, so geht in ihnen die Entwicklung wie in der Norm fort. Als Gründe für diese Ansicht habe ich anzuführen:

1. dass, wo im Wirbelthierreich man normal auf bilaterale Symmetrie stösst, dieselbe durch bilateral-symmetrische Keimspaltung entstanden ist. Bilaterale Symmetrie ist aber bei jedem der beiden Individuen vorhanden, denn wir finden in ihnen primäre und secundäre Commissuren und in den getrennten Theilen auch eine Medianebene, ganz wie beim normalen Wirbelthier.
2. Dass man in seltenen Fällen auch in den durch Keimtrennung entstandenen Hälften eine neue Keimtrennung stattfinden sieht. Denn anders wüsste ich die allerdings sehr seltenen Formen mit drei Köpfen oder drei Schwänzen nicht zu erklären, als dass sich eine der durch Keimtrennung entstandenen Hälften noch einmal getrennt. Wo aber abnorm eine paarig symmetrische Keimtrennung stattfinden kann, muss nach den allgemeinen Bildungsgesetzen normal eine bilateralsymmetrische Keimspaltung vorhanden sein.

Auch das äussere Ansehen solcher dreiköpfiger Individuen spricht für diese Entstehung. Man findet nämlich meist die aus der ursprünglichen Keimtrennung hervorgegangenen Individuen viel weiter getrennt, als die beiden aus der zweiten Keimtrennung hervorgegangenen. Während z. B. die beiden aus der primären Keimtrennung entstandenen Individuen Xiphopagen darstellen, d. h. bis zum Proc. xiphoid. geschieden sind, trägt der eine Thorax entweder einen Hals mit zwei Köpfen oder zwei Hälse mit je einem Kopf, d. h. die der secundären Keimtrennung entstammenden Formen sind Dicephalen.[1]) Dem

1) Cf. **Foerster** a. a. O. Atlas. Tab. IV, Fig. 12; **Reina** et

entsprechend finden sich dann trotz der drei Köpfe nur vier Claviculae, zwei Sterna u. s. w., die den beiden ursprünglichen Foetus angehören. — Die Entwicklung der gemeinsamen Brust- und Bauchröhre geht ebenso wie bei den Thoracopagen geschildert, bei allen ähnlichen Missbildungen, den Janusformen, Ischio- und Thoraco-Ischiopagen, vor sich.

Ich halte es für zweckmässig, hier zunächst die Entstehungsweise der Janicepsformen zu betrachten, weil die Bildung des Doppelgesichtes in vieler Beziehung grosse Aehnlichkeit hat mit der Bildung der gemeinsamen Brust- und Bauchröhre der Thoracopagen und der Janicepsformen selbst. Die Januskõpfe sind Doppelmissbildungen, bei denen man zwei Wirbelsäulen und vollständig ausgebildete, von einander abgewandte und parallele Rückenflächen findet. Die Beckengegenden sind getrennt, Brust- und Bauchgegenden verschmolzen, jedoch sowohl die vordere als hintere Seite[1]) gut ausgebildet, zum Unterschiede von den Thoracopagen, wo die hintere Seite meist mehr oder weniger atrophisch war. Dem entsprechend findet man denn auch vier gut ausgebildete obere und ebensoviel untere Extremitäten. Sowohl an der vorderen als hinteren Fläche (d. h. immer in Bezug auf die Doppelmissgeburt als Ganzes gesprochen,) findet man je ein etwas breit erscheinendes, aber vollkommen entwickeltes Gesicht. — Während man nach der gegenseitigen Stellung der beiden Foetus, wenn man sie sich getrennt dächte, in der gemeinsamen Medianebene, welche durch die beiden Wirbelsäulen bestimmt wird, auch die Medianlinie der Gesichter (Nasenrücken u. s. w.) finden würde, findet man

---

Galvani: Sopra un feto umano tricephalo. Atti dell' Academ. Gioen. Tom. VIII p. 203; Froriep's N.Not. III. Bd. No. 13. XI. Bd. No. 1.

1) Bei vollständig gleichmässiger Entwicklung beider gemeinsamer Brust-, Bauch- und Gesichtsgegenden, wie man sie bei reinen Janusformen findet, ist eigentlich die Unterscheidung einer vorderen und hinteren Seite unmöglich. Bei mehr oder weniger zurückgebliebener Entwicklung der einen Seite, mit der stets eine Drehung der Rückenflächen nach dieser Seite hin, eine Annäherung der entspr. Schultern und Spin. oss. ilei verbunden ist, wird man stets diese verkümmert als „hintere“ bezeichnen.

diese in einer auf ersterer senkrecht stehenden und dieselbe halbirenden Ebene. Schon bei oberflächlicher Betrachtung ergiebt sich leicht, dass jedes der beiden Gesichter, ebenso wie jede der beiden Brust- und Bauchflächen (auch bei den Thoracopagen u. a. ähnliche Formen) zur Hälfte dem einen, zur andern dem andern Foetus angehört.

Da die Entwicklung der gemeinsamen Brust- und Bauchgegenden dieselbe ist, wie bei den Thoracopagen, so haben wir hier nur die Entwicklung der gemeinsamen Gesichter zu betrachten. Dieselbe ist mit wenigen, in der Art der Entwicklung der Bauchröhre des Wirbelsystems am Kopfe begründeten Modificationen ganz dieselbe, als die Bildung der gemeinsamen Bauchröhre am Rumpfe. Während nämlich die Bildung der Bauchröhre am Rumpfe durch continuirliche Platten, die Visceralplatten zu Stande kommt, geschieht sie am Kopfe durch das Hervorwachsen der früher und oft noch heute fälschlich sogen. Kiemenbogen oder richtiger der Visceralbogen,[1]) von denen wir drei unterscheiden, deren erster mit mehr oder weniger secundären Anhängen zur Gesichtsbildung verwendet wird. Es gehen aus demselben hervor: Amboss der Säuger (Os quadratum s. suspensorium mandibulae der übrigen Wirbelthiere), der Meckel'sche Knorpel, dessen oberer Theil Hammer wird und das Os articulare resp. Pars articularis mandibulae. Die Mandibula selbst stellt eine Belagschicht des vorderen, sich mit dem der anderen Seite verbindenden Ende des Meckel-schen Knorpels dar. Zum zweiten Visceralbogen gehören: Stapes, M. stapedius, Eminentia pyramidalis, an der Wurzel des Proc. styloideus gelegen, der Proc. styloideus selbst, das Lig. stylohyoideum und das vordere Zungenbeinhorn. Zum dritten gehört das hintere Zungenbeinhorn. Beide letzteren treten, soviel sie uns hier angehen, in den Dienst der Zunge, und bilden, indem ihre vorderen Enden verschmelzen, den Zungenbeinkörper.

---

1) Reichert, Inauguraldissertation: „de arcubus sic dictis branchialibus."

Was nun die Entstehung der Janusformen anbelangt, so liegt denselben eine vom Schwanzende ausgehende, paarig symmetrische Keimtrennung zu Grunde, welche sämmtliche blattartigen Anlagen im untersten Theile (Beckenregion) in ihrer ganzen Dicke trennt. In der Brust- und Bauchregion wird ebenso wie in der Kopfregion das Centralnervensystem vollständig, in den beiden ersteren auch das Wirbelsystem vollständig getrennt. Am vordersten Theile des Kopfes bleibt das Wirbelsystem im Zusammenhange. Das Stratum intermedium im engeren Sinne und das Cylinderepithel werden im Kopf- und Brusttheil nicht getrennt. — Bei der Erhebung der Rückenplatten bildet daher jedes Centralnervensystem und jedes Wirbelsystem seine eigne Rückenröhre, welche letzteren jedoch am vordersten (Stirn-) Theile zusammenhängen, so dass jede einzelne ihres vorderen Abschlusses entbehrt, woher es kommt, dass man eine gemeinsame Schädelhöhle und Lagerung der beiden eigentlich zusammengehörigen Stirnbeine auf verschiedenen Seiten der ganzen Missbildung vorfindet. Bei der Erhebung der Rückenplatten findet in unten (bei den Kraniopagen) näher auszuführender Weise eine Drehung der beiden Embryonen statt, durch welche dieselben in eine gerade Linie zu stehen kommen. Nach Abschluss der Rückenröhre tritt nun bei beiden zugleich die Gesichtskopfbeuge ein, wodurch beide Embryonen wieder parallel neben einander zu liegen kommen und zwar so, dass sie mit den Bauchseiten einander zugekehrt sind, und der eine, wie ein normaler Embryo mit der linken, der andere mit der rechten Seite dem Dotter aufliegt. Während dieser Drehung hat sich die gemeinsame Bauchröhre abgeschnürt und mehr oder weniger geschlossen. Es sind durch dieselben die Gesichter, welche, wie normal, in der Entwicklung noch viel weiter zurück sind, einander gerade gegenübergestellt. Es entstehen nun die Visceralbogen von der Schädelbasis, wie in der Norm, finden sich aber in der Mittellinie nicht mit denen der anderen Seite, sondern mit denen der gegenüberliegenden Seite des anderen Foetus. So entstehen auf der vorderen und hinteren Seite je ein Meckel'scher Knorpel, welcher von der

einen Schädelbasis zur anderen läuft. Es entstehen dann die beiden Fortsätze des ersten Visceralbogens, von denen der eine median und vorwärts gerichtet, zum Os palatinum und pterygoideum, der andere nach vorn gerichtete zum Os zygomaticum und Maxilla superior wird, dieselben wachsen jedoch ebenfalls in veränderter Richtung denen der gegenüberliegenden Seite des anderen Foetus entgegen und verbinden sich mit demselben. Es bilden sich ferner in der Umgebung der beiden, des vordederen sowohl wie hinteren Geruchgrübchens, deren jedes einem Os ethmoideum, das zwischen den, wie oben gezeigt, ebenfalls zu falscher Verbindung gelangten Stirnbeinen gelegen ist, entspricht, ein medialer und ein lateraler Fortsatz jederseits, der Nasen- und Thränenbeinfortsatz. Es wächst ferner von der Schädelbasis, sowohl nach vorn als hinten je ein Vomer, an welchem die Ossa intermaxillaria jederseits hängen, in der durch das Siebbein bezeichneten Richtung herab, und aus der Vereinigung aller dieser Fortsätze mit denen der gegenüberliegenden Seite des anderen Foetus, in einer Weise, welche sonst ganz normal genannt werden muss, entstehen jene beiden, in Bezug auf jeden einzelnen Foetus seitlichen Gesichter, die dem Ganzen ein so wunderbares Ansehen geben.

Wie dem ersten Visceralbogen geht es selbstverständlich auch dem zweiten und dritten, und so entsteht ein vorderes und ein hinteres Zungenbein; dem entsprechend eine vordere und hintere Zunge, Kehlkopf, Trachea, Lunge und Herz. Die Existenz aller dieser Organe steht in einem sehr innigen Causalnexus zu einander: Doppelte Visceralbögen bedingen doppelte Zungenbeine, diese doppelte Kehlköpfe, Tracheen, Lungen und meist auch Herzen. Es ist dies ein Causalnexus, der für die Beurtheilung der Art der Entstehung von Doppelmissgeburten sehr wichtig ist. Denn wenn, wie häufig, viele dieser Theile verkümmern, atrophiren bis zum Verschwinden, so kann man z. B. aus dem Vorhandensein einer doppelten Lunge auf doppelte Visceralbögen, auf doppelten Unterkiefer schliessen und umgekehrt. Es entstehen die doppelten Lungen ebenso wie die normalen durch Verdickungen im oberen Theile des

Stratum intermedium, durch Hohlwerden derselben und Wachsen dieser Ausstülpungen in Form des Hohlknospenzeugungsprocesses. Es bilden sich also bei Janusformen an dem in dieser Gegend einfachen Strat. intermed. doppelte Verdickungen und zwar so, dass die Lage der fertigen Lungen der der beiden seitlichen Gesichter entspricht. Wir haben so eine vordere und hintere Lunge, Trachea und Kehlkopf. Die beiden Lungen liegen je in einer besonderen Pleurahöhle, welche von einander durch eine von Wirbelsäule zu Wirbelsäule gehende Membran getrennt sind. — Entsprechend dem Umstande, dass in der Gegend des Kopfes und der Brust das Cylinderepithel und natürlich auch die Darmhaut einfach geblieben ist, findet man bei diesen Formen einen bis zum Dickdarm einfachen Darmkanal, welcher letztere dann entsprechend der Trennung der Beckenregionen wieder doppelt erscheint.

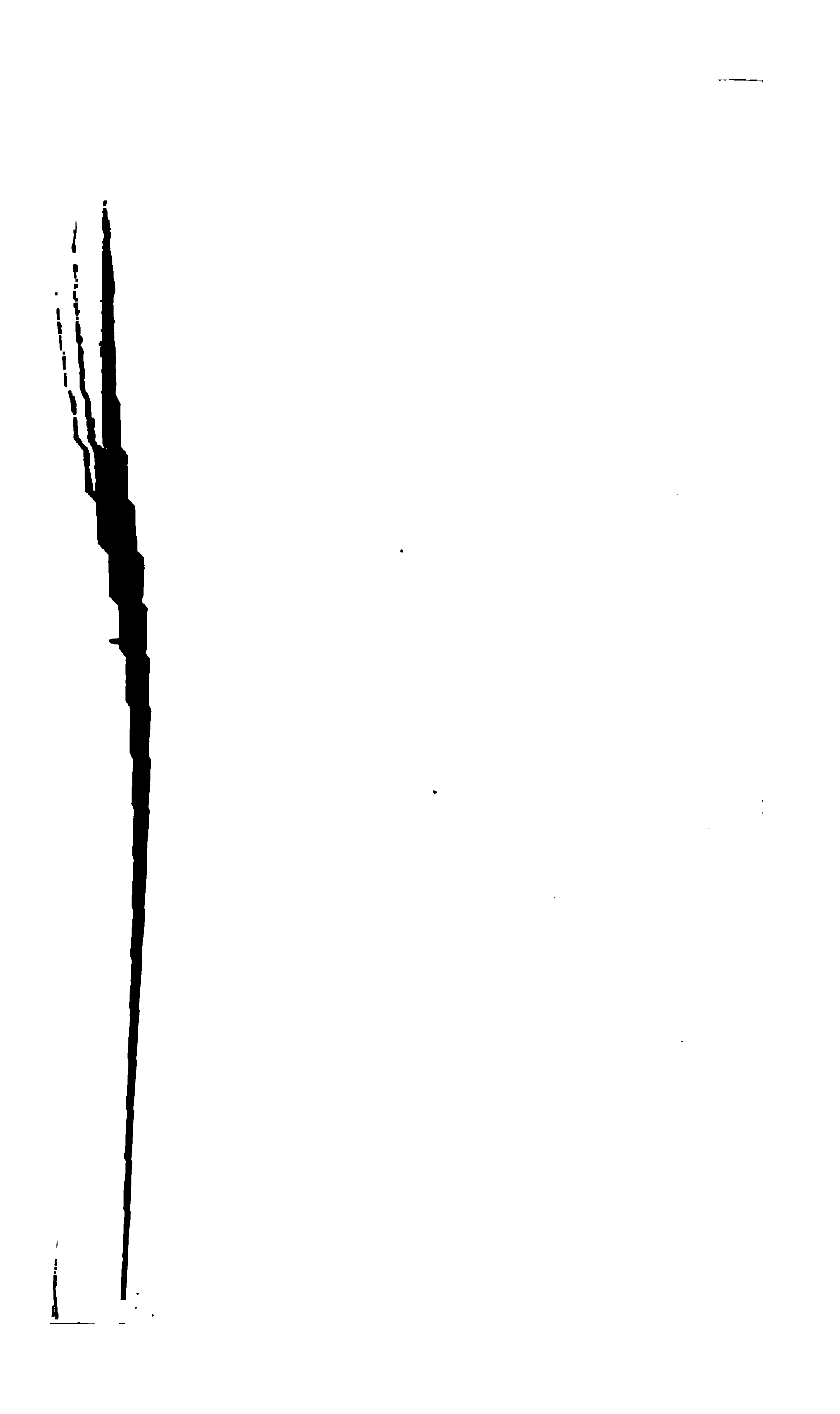
Beim ausgebildeten Janus[1]) stehen die Medianebenen der Gesichter senkrecht auf den Medianebenen der Schädel, so dass die Foramina magna sich direct gegenüberliegen, nur getrennt durch die beiderseitigen Hinterhaupt- und Keilbeinkörper, welche letztere in der Medianebene der Gesichter zusammenstossen, und auf welche sich beiderseits senkrecht der Vomer aufsetzt. An demselben hängen die Zwischenkiefer, welche der eine dem einen, der andere dem andern Fötus angehören, während der Vomer beiden gemeinsam ist. Während in diesen Fällen das Gesicht auf beiden Seiten gleichmässig entwickelt ist, findet man bei anderen unreinen Formen nur das eine, vordere, vollständig entwickelt, und das andere nur in oft schwer zu deutenden Rudimenten vorhanden. Diese Rudimente sind Zeugnisse einer zurückgebliebenen Entwicklung oder secundären Atrophie des Gesichts dieser Seite. Es findet bei dieser Verkümmerung die schon bei ähnlichen Processen mehrfach erwähnte Drehung statt, durch welche in diesem Falle die Hinterhäupter einander genähert werden. Gleichzeitig drehen sich natürlich die Rumpfpartien ebenfalls, die hinteren Schultern

1) Praep. des hies. anat. Mus. No. 6302. Schädel vom Schwein.

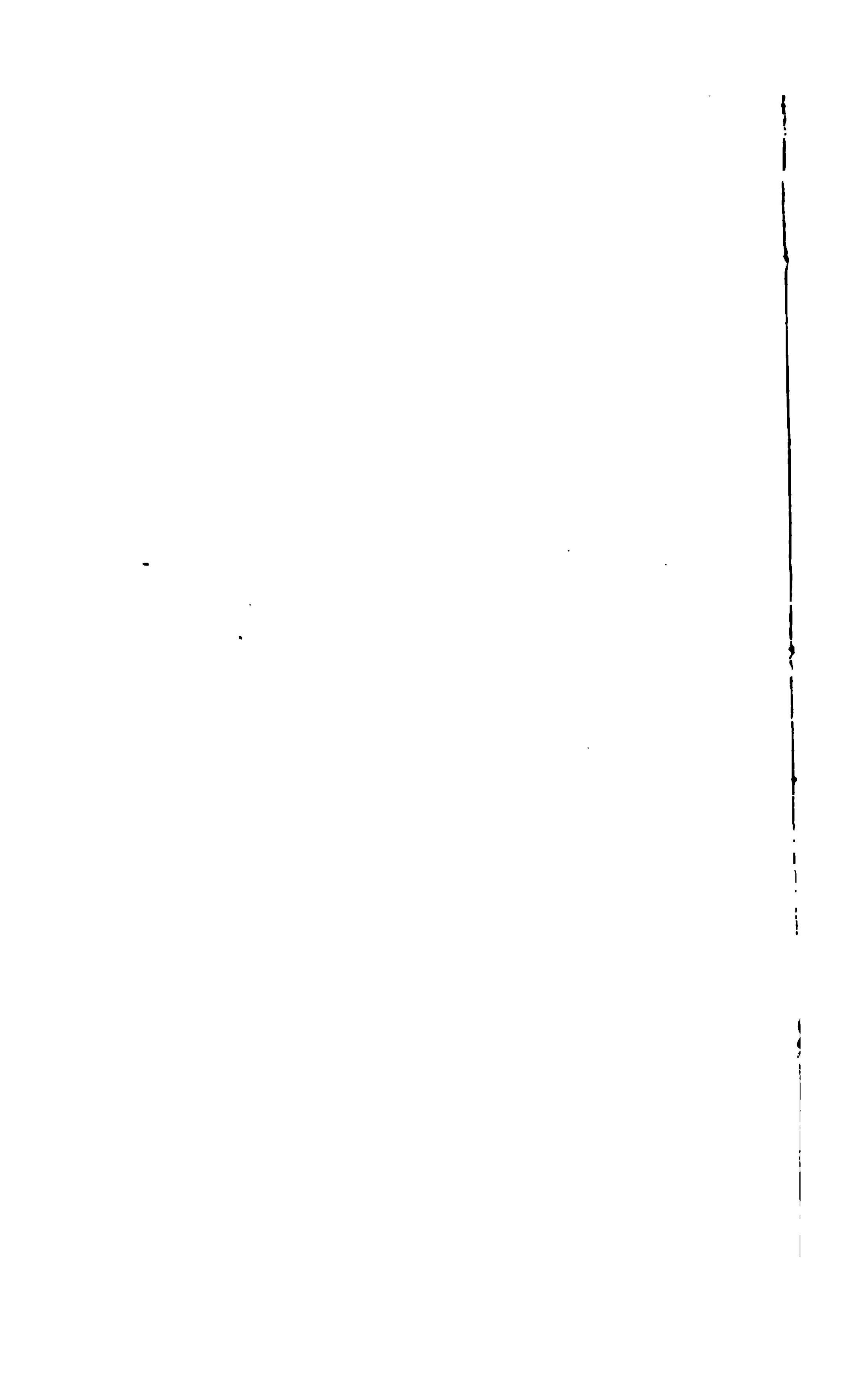
nähern sich, und die hinteren Extremitäten können ebenfalls atrophisch werden. Durch die Annäherung der Hinterhäupter an einander steht die Medianebene des Gesichts nicht mehr senkrecht auf der der Schädel, sondern der ursprünglich rechte Winkel dieser Ebenen mit einander ist ein stumpfer[1]) geworden und wird dies immermehr, je weiter die Verkümmerung des hinteren Gesichtes vorschreitet. Bei oberflächlicher Betrachtung macht ein solcher Kopf dann oft den Eindruck eines einfachen, an dem nur das doppelte Foramen magnum auffällt, und an dem die Verschmelzung aus zwei vollständigen Köpfen und das Vorhandensein eines zweiten rudimentären Gesichtes oft nur aus der Existenz einer zwischen den beiden For. magna gelegenen dritten Ohröffnung[2]), oder aus der Andeutung einer oder zweier hinterer Part. petrosae oss. tempor. oder wie in einem mir vorliegenden Praeparat[3]) aus dem Vorhandensein eines dritten, aus zweien verschmolzenen, Proc. styloideus (d. h. 2. Visceralbogens s. o.) zwischen den beiden For. magna ersichtlich ist. Ja die Verkümmerung des hinteren Gesichtes kann soweit gehen, dass die Foramina magna nicht nur dicht aneinander rücken, sondern zu einem grösseren ovalen Foramen verschmelzen, an welches sich dann zwei Wirbelsäulen anschliessen. Einen solchen Fall hat schon Meckel beschrieben und richtig gedeutet.[4]) Dennoch werden gerade diese Formon kritiklos genug als Dipygi tetrabrachii angeführt,[5]) indem man den Schädel für einfach hält.

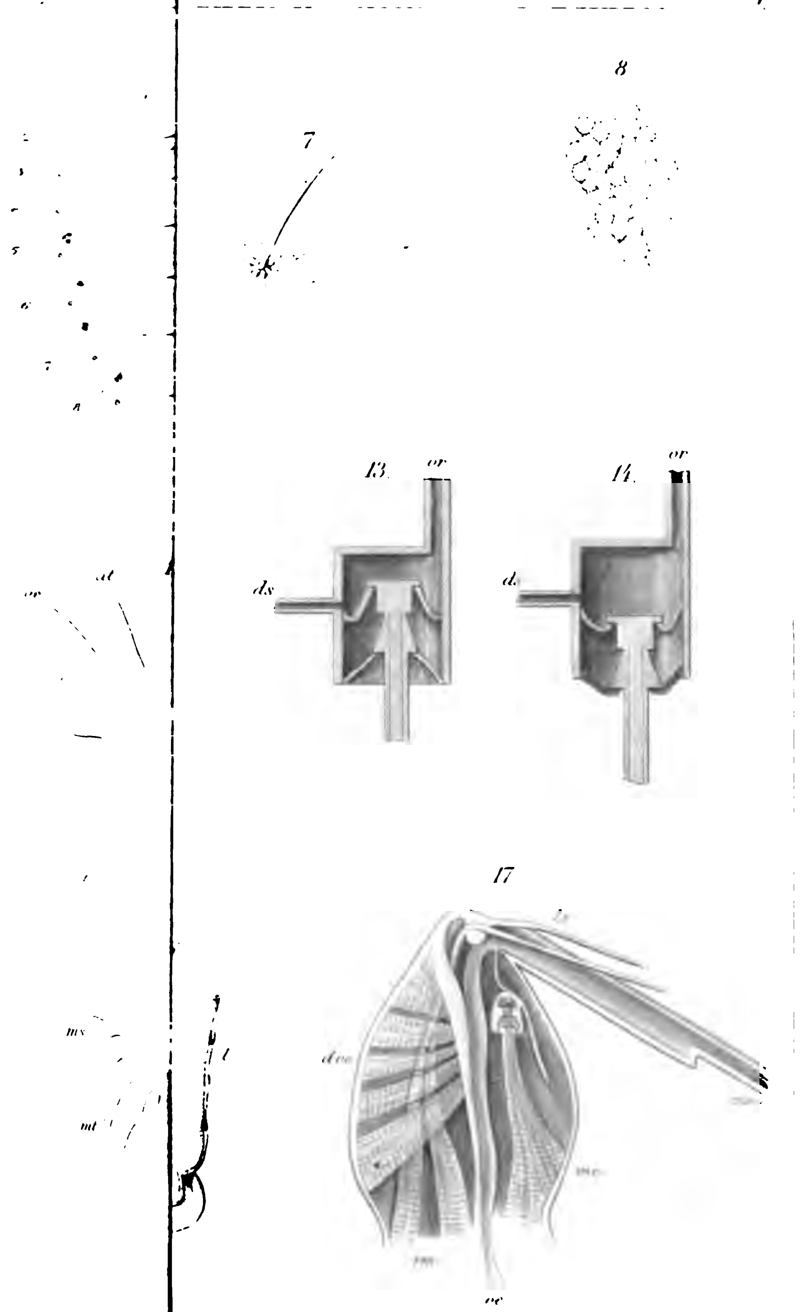
---

1) Praep. des hies. anat. Mus. No. 6407. Schädel vom Schwein.
2) Praep. des hies. anat. Mus.
Skelet vom Schaf. Mo. 16378,
" " " " 21510,
" " 7monatl. menschl. Foets 1634.
Spirituspraep. vom Kätzchen. No. 1093,
" " " " 3020,
" " " " 5035.
3) do. Skelet vom Schaf. No. 61950.
4) Meckel, de duplicitate monstrosa, p. 67.
5) Foerster, a. a. O. S. 30.

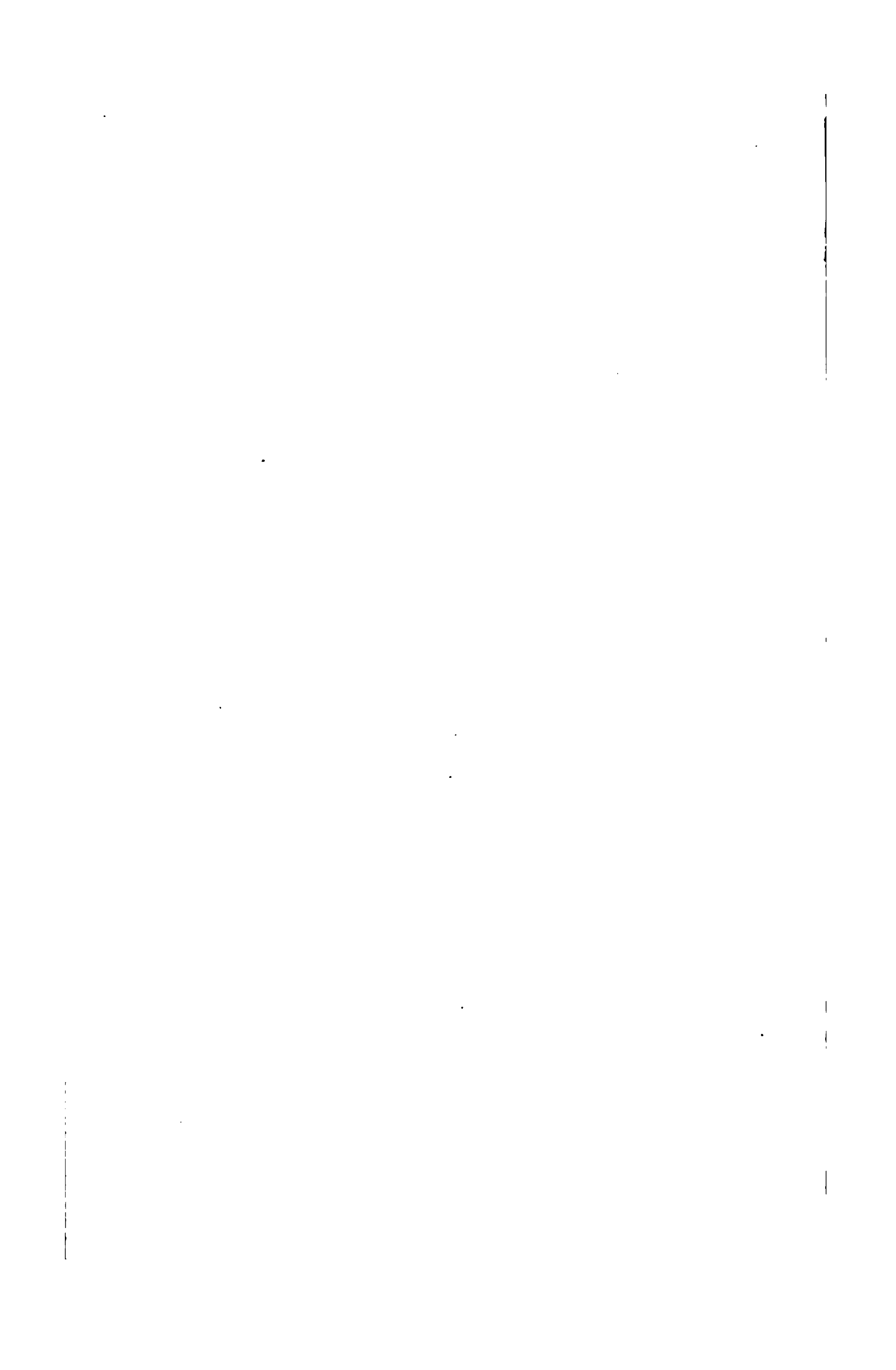








Mayer del.
W. Grohman.



26.

27.

l

st

c

6

dj

7

8

9

bp

♂

c

t

p

29.

♀

♂

22.

20

l

10

x

pp

bp

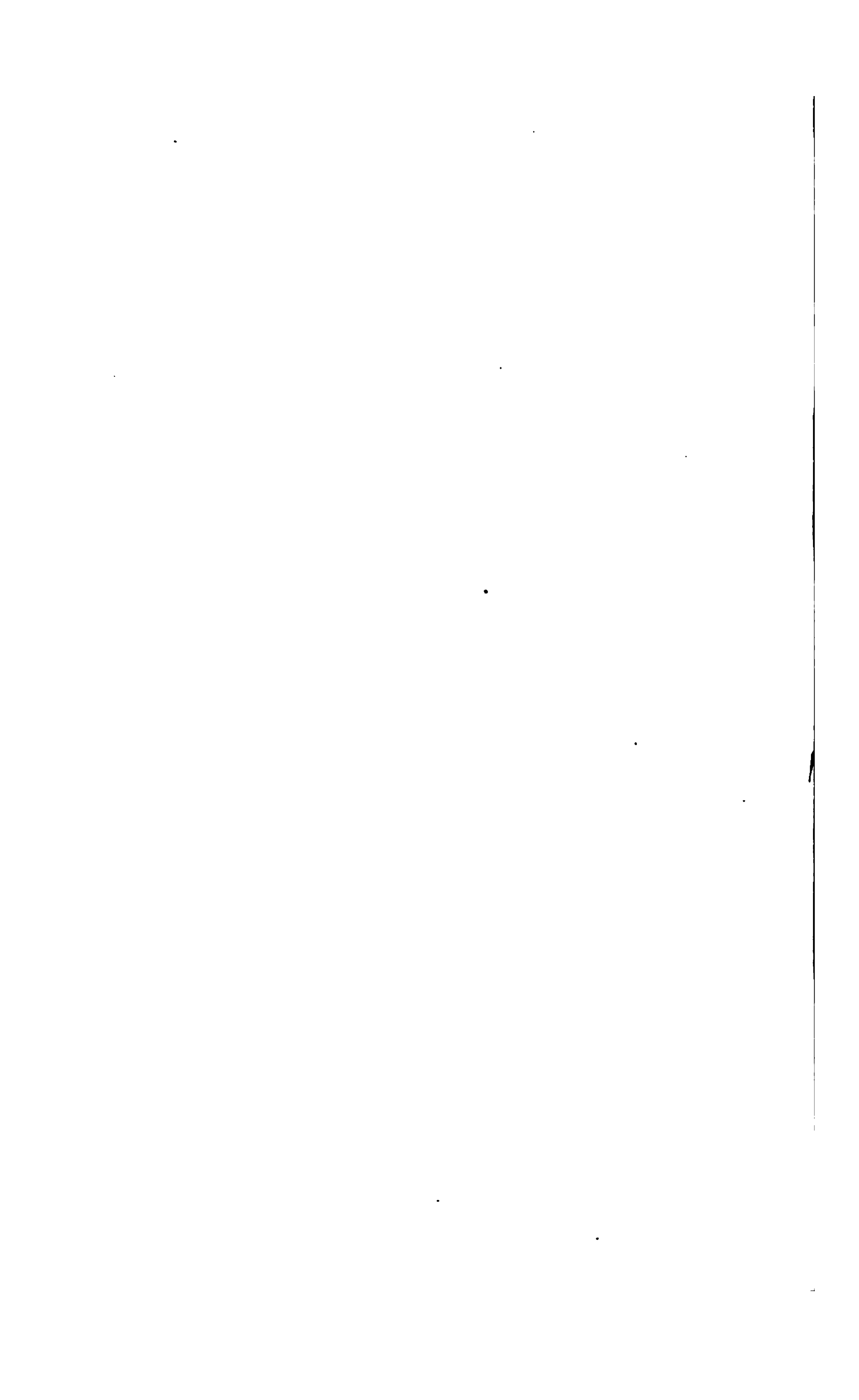
h

23

bc

glel

p



Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

1875. No. 4.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 25—32. Tafel XI—XIV.

(Tafel XV wird mit Heft V ausgegeben.)

HEFT IV.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Januar 1876.

Inhalt des vierten Heftes.

(Tafel XV wird mit Heft V ausgegeben.)

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

Dem geschilderten Exterieur entsprechend verhält sich auch die Schädelhöhle. Bei den vollständig entwickelten Janusbildungen findet man also zwei sich direct gegenüberstehende hintere Schädelgruben und diese kreuzend zwei vordere von ziemlich normaler Weite und Form. Die mittleren vier Schädelgruben, die in den Winkeln des Kreuzes liegen, sind zusammengedrückt und nur spärlich entwickelt. Entsprechend der Verkümmerung des einen Gesichtes und der Drehung der Schädel, so dass die Hinterhäupter einander sich nähern, verschwindet die vordere Schädelgrube und das darin enthaltene Gehirn, das dem verkümmerten Gesicht angehört, allmälich, die beiden hinteren Schädelgruben rücken näher aneinander, die mittleren dagegen dehnen sich dem entsprechend aus, und zwar die äusseren, d. h. die an der freien Seite des Kopfes gelegenen, während die inneren mehr und mehr zusammengepresst werden und endlich verschwinden.

Nach der Form der Schädelhöhle richtet sich die des Gehirns und ist dieselbe für diese, wie für alle Formen der Missbildungen, an denen das Gehirn direct betheiligt ist, sehr charakteristisch. Dasselbe sieht in reinen Formen aus, als wenn Jemand den Balken zweier normalen Gehirne durch einen sagittalen Schnitt bis zur Lamina terminalis getrennt, die Schnittflächen von einander geklappt und die beiden Gehirne nun so aneinander gelegt hätte, dass die Schnittfläche der rechten Balkenhälfte des einen Gehirns mit der linken des anderen in Berührung gekommen ist. So entsteht ein Kreuz, dessen Schenkel einerseits von den beiden Hirnstöcken und Hinterlappen, andererseits von den Vorderlappen der Hemisphären dargestellt werden. Die Schläfenlappen liegen zusammengepresst gerade in den Winkeln des Kreuzes, und sind mehr oder weniger verkümmert. Von dem Pons jederseits geht je ein Hirnschenkel zu jeder zugehörigen Hemisphäre, also nach der auf den ganzen Janus bezüglichen Bezeichnung, einer nach vorn und einer nach hinten. Aus diesem Zusammenhange des Pons mit je einer vorderen und hinteren Hemisphäre kann man

direct die Zusammengehörigkeit der einzelnen Theile und so die Entstehung der ganzen Missbildung erschliessen.[1])

Dieses eigenthümliche Gehirn verdankt seine Form dem Umstande, dass nach der oben angegebenen Entwicklung, zuerst die ersten Hirnbläschen (Reichert's; = späteren 3. Ventrikel, Trichter- und Sehhügelregion) mit ihren vorderen Begrenzungen, den Laminae terminales, direct aneinander stiessen. Als sich nun die Grosshirnbläschen zu entwickeln anfingen, kamen dieselben, indem sie am Fornix das Stammbläschen umwuchsen, nicht wie normal in der Mittellinie zur Berührung (daran hinderte eben das nahe gelegene andere erste Hirnbläschen), sondern sie kamen jedes mit dem gegenüberliegenden des anderen Hirnstockes in einer auf der Medianebene der beiden Hirnstöcke senkrechten Ebene in Berührung, platteten sich hier gegen einander ab und verbanden sich durch die grosse Commissur, den Balken.

Etwas anders gestaltet sich das Gehirn bei rudimentären Formen, entsprechend der Gestaltsveränderung des Schädels. Wird das hintere Gesicht nicht ausgebildet, und rücken die Hinterhäupter und mit ihnen natürlich die hinteren Schädelgruben aneinander, so verschwinden die „hinteren“ Vorderlappen mit den entsprechenden Schädelgruben, und die inneren d. h. in dem spitzen Winkel der Hinterhauptsaxen neben einander gelegenen Schläfengruben werden ebenfalls kleiner und kleiner, und mit ihnen natürlich wieder ebenfalls die inneren Schläfenlappen. Es geht dies bis zum vollständigen Verschwinden derselben, und man findet daher zuletzt ein Gehirn mit doppeltem, in der Trichterregion confluirendem Hirnstocke. Der gemeinsame Trichter hat zwei Hypophysen. Die Hemisphären sind wie normale, einfach gebildet; die Nn. olfactorii und optici einfach. Häufig entspringt auch von jedem Hirnstock nur ein N. oculomotorius und ein Trigeminus und dann selbstverständlich der rechte vom rechten, der linke vom linken Hirn-

1) Praep. d. hies. anat. Mus. No. 6068,
" " " " " " 6326.

stock.[1]) Von oben gesehen erscheint dann das Hirn ganz einfach, nur etwas breit.

Anschliessend an die Formen, die sich durch Verbindung der Bauchröhren in der Brust-, Bauch- und Kopfregion charakterisiren, wollen wir die analogen Bildungen in der Beckenregion sogleich folgen lassen. Man nennt diese ziemlich seltenen Formen Ischiopagen.[2]) Ihnen liegt eine paarig-symmetrische Keimtrennung zu Grunde, die den Kopf- und Brusttheil vollständig, den Bauchtheil jedoch nur unvollständig getrennt hat, im letzteren ist nur das Centralnervensystem und das Wirbelsystem doppelt, das Darmrohr einfach. Entsprechend der gemeinsamen Abschnürung, die hier wie bei den Thoracopagen stattfindet, findet man einen einfachen Nabel. Das doppelte, aber zusammenhängende Becken ist in der Weise gebildet, dass an jedes Kreuzbein sich, wie normal, jederseits ein Hüftbein anschliesst, diese aber nicht vorn mit einander in einer Symphyse zusammenstossen, sondern wie bei den Janusformen die Visceralbögen, mit denen der entsprechenden Seite des andern Foetus seitlich zwei abnorme Symphysen bilden. Diese Symphysen sind jedoch keine so festen Verbindungen, wie normale, sondern die beiden Knochen, durch Ligamente verbunden, stellen eine „leichte und bequeme Articulation dar, welche den beiden Individuen eine Annäherung und Entfernung der beiden Körper bis zu einem gewissen Punkte gestattet.[3])“ In reinen Formen, in denen vier vollständige Hüftbeine vorhanden sind, finden sich auch je zwei untere Extremitäten, vorn und hinten (in Bezug auf den ganzen Ischiopagen gesprochen) und zwischen denselben zwei Paar Geschlechtstheile, welche je zur Hälfte dem einen, zur andern dem andern Individuum angehören. Die Beckenorgane sind ebenfalls dem entsprechend

1) Vrolik, de Vrucht van den Menschen en van de Zoogdieren in hare regelmatige en onregelmatige Ontwikkeling. Tab. 97, Fig. 4.

2) Die ausführlichsten und kritikvollsten Beschreibungen dieser Form sind von: Duverney, Mém. de l'Acad. Royale des Sc. de Paris 1706, p. 418 ff. und von Is. Geoffr. St. Hilaire: Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et chez les animaux. Paris 1832—37.

3) Duverney, a. a. O.

angeordnet; man findet zwei, bisweilen confluirende Blasen, vier Nieren, und ein im unteren Ende gemeinsames Rectum.

Wie bei allen Doppelmissbildungen, so kommen auch bei den Ischiopagen rudimentäre, oft verkannte Formen vor. Durch secundäre Atrophie der hinteren Seite rücken auch hier die Wirbelsäulen näher und näher aneinander, aus den beiden hinteren Hüftbeinen wird ein gemeinsames, anfänglich deutlich aus zwei hinteren Hälften zusammengesetztes, und an diesem findet sich dann häufig eine einfache untere Extremität, ein Analogon der dritten oberen Extremität der Thoracopagen. Dasselbe, was wir bei diesen über die kritiklose Nomenclatur gesagt haben, gilt auch hier vollständig. Wir finden fast alle diese Formen als Dicephali tripodes beschrieben.[1]) Sehr häufig sind diese dreibeinigen Individuen zugleich Thoracopagen, d. h. der Zusammenhang der beiden Embryonen erstreckt sich auch auf die Brustregion.[2]) Bei diesen Thoraco-Ischiopagen kommt es denn auch vor, dass auch die oberen accessorischen Extremitäten verschmelzen, und so giebt es denn Formen mit drei Armen und drei Beinen.[3]) In beiden Fällen bewegt sich das dritte Bein in einer Gelenkpfanne an einem, beiden Foetus gemeinsamen Os ilium, das zwischen die beiden Wirbelsäulen eingeschoben und wie schon gesagt, aus den hintern Hälften zweier Ossa ilium zusammengesetzt ist. Die Skelettheile des dritten Beines verhalten sich ganz so wie die am dritten Arm der Thoracopagen. Interessant ist der hierher gehörige Fall der Ritta-Christina[4]), bei der an einem, wie oben beschrieben, gemeinsam erscheinenden Os ilium in einer einfachen Gelenkpfanne ein Femur hängt, das anfangs einfach, sich später gabelförmig theilt und an jedem Theile einen Unterschenkel und Fuss trägt. Ebenfalls zu den Thoraco-Ischiopagen gehören jene als Dicephalen[5]) beschriebenen Formen, bei denen man zwei dicht neben einander verlaufende und am Kreuzbein scheinbar sich berührende Wirbelsäulen zu einem scheinbar einfachen Becken

---

1) Foerster, a. a. O. Tab. I. Fig. 15 u. 16.
2) Walther, Observ. anat. Berol. 1775; Tab. III, No. 715.
3) Würzburger path. Sammlung No. 75.
4) Serres, Mém. de l'Acad. des Sc. de Paris. Tom. XI. Pl. 20.
5) Foerster, a. a. O. Tab. VI, Fig. 15 u. 16.

herabsteigen sieht. Die accessorischen Rippen sind hier sehr kurz und das hintere Sternum sehr verkümmert. Dasselbe zu läugnen und zu behaupten, die accessorischen Rippen verwüchsen „direct“ mit einander, ist eben nur dem möglich, der nicht genetisch d. h. logisch denken gelernt hat. Wo Rippenbögen vorhanden sind, ist auch ein Sternum da. Jede Rippe trägt ja, so zu sagen, potentia das Sternum schon in sich. Dasselbe entsteht ja als Commissurgebilde nur durch Verwachsung der beiden Rippenbögen, und gehört jedem derselben zur Hälfte an. Die Commissurbildung kann nun wohl bei abnormer Entwicklung oder vielmehr Entwicklungshemmung ausbleiben, nicht zu Stande kommen, wie es beim Sternum z. B. bei der sogenannten Ektopia cordis oder besser Fissura sterni congenita der Fall ist; tritt aber eine Verwachsung der Visceralplatten des Wirbelsystems in der Thoraxgegend ein, so geschieht dies nur unter Bildung eines Sternums. Dieses Sternum kann nun natürlich, wie alle Theile der accessorischen Seite, sehr verschieden entwickelt sein, es kann atrophiren, atrophiren bis zum Verschwinden, aber es fehlt nie, in der Idee ist es stets vorhanden. Ebenso sind auch die accessorischen Hüftbeine häufig verkümmert, aber nie „nicht vorhanden“. Dieselben gehören zur Ausbildung des Os sacrum ganz ebenso nothwendig, wie die Rippen zum Brustwirbel. Die Wirbelsäulen stossen auch im Becken nicht direct zusammen, sondern sind stets durch knorplige Ueberreste der verkümmerten Ossa ilium getrennt. Ebenso wie die Beckengürtel sind auch die Beckenorgane verkümmert; so ist dann nur eine Harnblase vorhanden; die accessorischen Nieren fehlen u. s. w. u. s. w. — Anders als die letzten Formen sind die zu beurtheilen, bei denen man auf einfachem Kreuzbein eine sonst doppelte Wirbelsäule ruhen findet.[1]) Hier ist die Spaltung nicht bis in die Beckengegend gegangen, das Kreuzbein ist einfach geblieben und in Folge dessen ist auch das Becken einfach angelegt. Es sind dies Formen, für die man nirgends eine einigermaassen befriedigende Benennung finden wird. Man hat sie ebenfalls mit den vorigen zusammen als Dicephalen be-

1) Praep. d. hies. anat. Mus. No. 1635.

schrieben; es sind jedoch beide Formen, genetisch beurtheilt, himmelweit von einander verschieden.

Wir kommen nun zu den Formen, bei welchen die Spaltung noch eine sehr geringe ist, und deshalb das Doppeltsein nur in geringerer Ausdehnung stattfindet. Es sind dies die Dicephalen und Diprosopen, Bildungen, die nur verschiedene Stufen derselben Form darstellen, welche schrittweise in einander übergehen. Noch einmal möchte ich hier bemerken, worauf schon oben hingewiesen, dass ich als Dicephalen nur Formen mit ganz einfacher, oder doch nur im Halstheil gespaltener Wirbelsäule: D. monauchenos und diauchenos gelten lassen kann. Ein solcher Dicephale kann nur zwei obere und zwei untere Extremitäten besitzen, und kann daher die Aufstellung eines Dicephalus tribrachius, tripus u.s.w.[1]) eben nur auf kritikloser Nomenclatur beruhen. Sind drei oder vier Arme vorhanden, so müssen auch vier Schulterblätter da sein; zu vier Scapulis gehören aber zwei Wirbelsäulen; zu zwei Brustwirbelsäulen zwei Thoraces. Es sind diese Formen also Thoracopagen. Sind drei oder vier untere Extremitäten vorhanden, nun so sind zwei mehr oder weniger entwickelte Becken vorhanden, und man hat es also mit Ischio- resp. und dies ist die Regel, mit Thoraco-Ischiopagen zu thun. Dass bei in grösserer oder geringerer Ausdehnung am oberen Ende getrennter Wirbelsäule zwei Köpfe vorhanden sind, das ist so natürlich, dass man diesen Formen deshalb nicht den Namen der Dicephali zu geben braucht. Im Gegentheil sind die Verhältnisse an den übrigen Körpertheilen viel auffallender und imponirender, so dass man sich wundern muss, dieselben in der Nomenclatur so wenig berücksichtigt zu finden.[2])

---

1) Foerster, a. a. O. S. 24. Derselbe führt unter vielen andern das eben citirte Praep. 1635, dessen Wirbelsäule bis zum dritten Kreuzbeinwirbel doppelt ist, als Dicephale an.

2) Is. G. St. Hilaire, a.a.O. III. p. 125 nennt diese Form Dérodyme und sagt: êtres à deux têtes et deux cols portés sur un seul corps. Gleich darauf stellt er als Gegensatz zu den Xiphodymen den Satz auf: Chez les dérodymes, au contraire, les deux rhachis, très-rapprochés, inférieurement, réunis même le plus souvent dans la région sacrée montent presque parallelement de l'un d'autre: ils ne laissent

Die Art der Entstehung der Diprosopen und Dicephalen ist im Ganzen eine ziemlich einfache und leicht fassliche. Denselben liegt eben eine mehr oder weniger weit vorschreitende, aber auf den Kopftheil beschränkt bleibende, paarig symmetrische Keimtrennung zu Grunde. Da der Schädel in seiner ursprünglichen Gestalt vorn durch das Os ethmoideum abgeschlossen wird, so wird eine beginnende Keimtrennung zunächst eine Verdopplung des Os ethmoideum in grösserer oder geringerer Ausdehnung und das Auftreten von accessorischen Stirnbeinen zwischen denselben zur Folge haben. Bei der weiteren Entwicklung werden nun doppelte Nasen- und Thränenbeinfortsätze, doppelte Vomeres und Zwischenkiefer entstehen; und das Resultat dieser Spaltung ist schliesslich eine Form, die, wie mir scheint, mit der von Gurlt als Monocranus[1]) beschriebenen zum Theil zusammenfällt. Es müssten bei diesen Formen also doppelte Nasenhöhlen, dabei eine einfache Mundhöhle mit einfachem Ober- und Unterkiefer vorhanden sein.[2]) Zwischen die einfachen Oberkiefer können höchstens doppelte Zwischenkiefer als Anhänge der doppelten Vomeres eingeschoben sein. Doch können die beiden mittleren derselben auch mehr oder weniger secundär atrophiren.[3]) Bisweilen findet man zwischen den auseinandergewichenen Siebbeinen oder über denselben ein drittes gemeinsames aus der Verschmelzung der beiden accessorischen hervorgegangenes Auge. Die Grosshirnhemisphären sind doppelt, und dann natürlich auch die Trichter und Sehhügelregion;[4])

---

donc entre eux dans toute leur étendue qu'un intervalle très étroite u. s. w.

1) Der Monocranus, Gurlt, ist etwas umfassender als die in Rede stehende Form, letztere ist vielleicht als Monocranus monognathus zu bezeichnen.

2) Einen, wie mir scheint, hierher gehörigen Fall bildet Sömmering ab: Abbildung und Beschreibung einiger Missgeburten. Mainz 1791. Tab. II.

Praep. v. hies. anat. Mus. No. 5040 } Kätzchen in Spiritus.
" " " " " " 4481 }

3) Ebenf. hierher gehört der von Dönitz als Diprosopos conjunctus Gurlt beschriebene Fall: Dies Archiv 1865, S. 512.

4) Dönitz, a. a. O.

Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

1875. No. 4.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

D^R. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

D^R. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 25—32. Tafel XI—XIV.

(Tafel XV wird mit Heft V ausgegeben.)

HEFT IV.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Januar 1876.

Wird der dritte Schädelwirbel ebenfalls von der Keimtrennung betroffen, so entstehen die sogenannten Dicephali monaucheni, d. h. Doppelköpfe, deren beide Schädel auf einer einfachen Wirbelsäule ruhen, von welcher letzterer jedoch fast stets der Atlas und der vordere Theil des Epistropheus[1]) noch doppelt sind (Atlodyme, G. St. Hilaire). Bei den Dicephali diaücheni, unter denen man häufig noch subbicolles und bicolles unterscheidet, ist die Keimtrennung noch mehr oder weniger weit auf die Halswirbelsäule übergegangen. Da die Formen des Monauchenos und Diauchenos allmälich in einander übergehen, indem die Theilung sich schon an den untersten Halswirbeln andeutungsweise geltend macht, an den obersten erst auftritt, so ist es schwer, aus diesen an und für sich schon seltenen Formen reine Beispiele zu finden. Für den Diauchenos finden wir ein solches im hiesigen anatomischen Museum, bei demselben sind die obersten sechs Halswirbel getrennt, der siebente hängt im Bogen und Körper mit dem der andern Halswirbelsäule zusammen. Angedeutet ist jedoch die Trennung an den Wirbelkörpern bis zum zwölften Brustwirbel hinab. Jede Halswirbelsäule trägt einen normalen Kopf.[2]) Ein menschlicher Diauchenos findet sich in Asch's Zeichnungen.[3]) Dagegen sind die von Sandifort,[4]) bei dem die Brustwirbelsäule und der von Gruber,[5]) bei dem die ganze Wirbelsäule doppelt, nicht hierher gehörig. Alle diese Formen der Dicephalen ebenso wie auch der Diprosopen scheinen bei Vögeln ungemein häufig vorzukommen. Es finden sich wenigstens von diesen zahlreiche Exemplare im hiesigen anatomischen Museum.

Zur Entstehung aller dieser Formen, der Diprosopen und Dicephalen, habe ich noch nachzutragen, was sich eigentlich wohl von selbst versteht, dass, soweit eben die Keimspaltung zur Keimtrennung geworden, Erhebung doppelter Rückenplatten

1) Zu Diceph. monauch vielleicht aber auch den Dipros. sejuncti (Gurlt) gehört der Fall von Dr. Koller, Wiener Wochenschrift 1856 No. 42; cf. Barkow, a. a. O. Tab. IX—XI; Praep. 4436.

2) No. 3872.

3) No. 10.

4) Mus. anatom. Tab. CXXI.

5) Anatomie eines Monstr. bicorporeum, Prag 1844.

und Bildung einer doppelten Rückenröhre eintritt, welche jedoch, am Schädel besonders, meist durch secundäre Atrophie der aneinanderliegenden Schädelwandungen mehr oder weniger in Verbindung treten, so dass die Scheidewand der Schädelhöhle nur noch durch die Dura, bekanntlich eine Bildung des Wirbelsystems, repräsentirt wird. In derselben Ausdehnung bildet sich auch die Bauchröhre doppelt, deshalb finden wir, wenn die Keimtrennung nur den vordersten Theil des Schädels betrifft, nur doppelte Nasenhöhlen, sowie aber die Spaltung weitergeht, und die Partes petrosae verdoppelt werden, auch doppelte Visceralbögen und mit diesen doppelte Kiefer und doppelte Mundhöhlen, welche jedoch durch Atrophie der Scheidewände wieder einfach erscheinen können. Anführen will ich noch, dass die von Gurlt[1]) unter dem Namen Dicranus quadrupes beschriebenen, sehr seltenen Formen, von denen sich ein Exemplar vom Kalbe in der Würzburger zoologischen Sammlung befinden soll, und die sich durch einfaches Gesicht und doppelten Schädel, dicht neben einander verlaufende Wirbelsäulen, „einfaches“ Becken charakterisiren, rudimentäre Janusformen zu sein scheinen, die zugleich Ischiopagen sind und bei denen die hintere Seite sehr stark atrophisch geworden. Wegen dieser Verkümmerung der accessorischen Hälften sind die Wirbelsäulen ganz nahe an einander gerückt und wird von hinteren Rippen und Sternum und deshalb auch von den hinteren Scapulis und Oss. ilia kaum eine Spur gefunden.

Dasselbe was für die obere Körperhälfte die Dicephalen, sind für die untere die Dipygi. Es ist hier eine paarig symmetrische Keimtrennung vom Schwanzende aus durch die ganze Dicke der blattartigen Anlagen vor sich gegangen, und in Folge dessen findet man das untere Ende der Wirbelsäule, das Becken und die unteren Extremitäten verdoppelt. Ueber diese Formen, deren Entstehung sehr leicht verständlich ist, habe ich nichts weiter anzuführen, als dass derselbe Missbrauch wie bei den Dicephalen auch mit dem Namen der Dipygi getrieben wird, indem man schliesslich Formen, bei denen die Wirbelsäule vom

1) a. a. O. II, S. 256.

Halse an doppelt erscheint, auch noch zu diesen rechnet und höchsten bidorsualis und subbidorsualis[1]) hinzufügt. Einen wahren Dipygus vom Schaf finde ich im hiesigen anatomischen Museum.[2]) Bei demselben geht die Theilung der Wirbelsäulen vom dritten Lendenwirbel ab.

Wir kommen nun zu zwei Klassen von Missgeburten, von denen schon längst eine besondere Entstehungsweise angenommen wurde, weil der Zusammenhang der beiden Körper ein so besonderer und von den übrigen Formen ein so abweichender ist, dass man sich diese Gebilde nicht auf dieselbe Weise wie die vorhergehenden entstanden zu denken vermochte. Es sind dies die Pygopagen und Kraniopagen. Noch in der neuesten Zeit, als man schon zugab, dass die Doppelmissbildungen Producte einer Keimtrennung seien, glaubte man ihnen etwas ganz besonderes vindiciren zu müssen, indem man annahm, sie entstünden durch eine quere Trennung des Keimes, während alle anderen durch Längstrennung entstünden.

Wie wir oben gesehen, haben wir für die Längstrennung, oder, wie wir es genannt haben, für die paarig-symmetrische Keimtrennung eine natürliche Begründung in der normalen Entwickelung in der bilateral-symmetrischen Keimspaltung, die erstere beruht eben nur in einem excessiven Vorgehen der letzteren. Fragen wir uns nun, ob wir auch eine ähnliche Grundlage in der normalen Entwicklungsgeschichte für die Annahme einer Querspaltung haben, so kommen wir zu dem Resultate, dass dies nicht der Fall ist. Man hat gemeint, in der Sonderung des Kopfes vom Rumpfe die gesuchte Begründung zu finden. Dies hat schon Dönitz[3]) zu widerlegen versucht. Derselbe ging hierbei jedoch von einer falschen Praemisse aus. Er meinte, wie das auch noch heute die allgemeine Annahme ist, wenn diese Querspaltung vorkäme, so würde das Resultat derselben ein Kranio- oder Pygopage sein, und argumentirte nun folgendermaassen: bei allen Doppelmissgeburten sind die

1) Gürlt, a. a. O. Tab. XI, Fig. 5 u. 6.
2) No. 1883.
3) Dies Archiv, 1866, S. 524.

Hälften, an denen der Zusammenhang stattfindet, accessorische, also bei den Kraniopagen die Köpfe. Diese accessorischen Hälften findet man oft stark verkümmert. Es müssten also nach der Analogie anderer Formen bei unseren Kraniopagen auch Bildungen vorkommen, bei denen die beiden Köpfe mehr oder weniger verkümmert wären. Dies sei nicht der Fall, also beruhe die Querspaltung nicht auf Trennung der gesonderten Kopf- und Rumpfanlage. Dieser Beweis wäre ganz logisch, wenn er nicht eben in der Praemisse schon den Wurm trüge, der ihn zernagt. Wo in aller Welt finden wir denn bei der paarig-symmetrischen Keimtrennung, dass die frei gewordene linke Hälfte der ursprünglichen Anlage zur rechten des spätern Individuums wird und sich eine neue linke Hälfte verschafft? Im Gegentheil, wie wir gesehen, spaltet sich diese Hälfte wieder nach dem Gesetz der bilateral-symmetrischen Keimspaltung. Sollte man nun annehmen, dass bei einer queren Trennung zwischen Kopf und Rumpf sich diese Stücke den fehlenden Theil anders ersetzten, als durch eine Wiederholung des Processes, dessen Excess sie ihre Entstehung verdankten? Nein, nach Analogie alles dessen, was wir von der normalen und pathologischen Entwicklung wissen, müssen wir annehmen, dass in jedem der getrennten Theile eine neue Sonderung zwischen Kopf und Rumpf eintreten würde und zwar nach denselben Gesetzen, wie die erste, und in Folge dessen auch nach derselben Richtung hin. Es müssten also die Köpfe bei den Theilanlagen nach derselben Seite hin gerichtet sein, es müsste also der Kopf des hinteren Embryo's den Schwanz des anderen berühren und das Resultat einer Querspaltung zwischen Kopf- und Rumpftheil einer einfachen Anlage würde also nur eine Doppelmissgeburt sein können, bei der der Schädel und zwar die Stirngegend des einen Individuums an der Kreuz- oder Steissbeingegend des andern hinge. Solche Bildungen sind aber nie und nirgend beobachtet worden und andere können meiner Ansicht nach aus dem in Rede stehenden Process nicht hervorgehen. Es ist aber in Betreff der Kraniopagen und Pygopagen doppelt müssig, wenn man sich darüber streitet, ob sie einer Quertheilung zwischen Kopf und Rumpf ihre Entstehung ver-

danken oder nicht. — Damit wäre aber die Quertheilung eines befruchteten Keimes noch nicht absolut widerlegt. Das einzige, was man sagen kann, ist, dass man für dieselbe in der normalen Entwicklung eine Analogie zu finden nirgend im Stande ist, und dass sie daher, wenn sie überhaupt vorkommt, sehr früh eintreten muss, jedenfalls vor Bildung der primitiven Rinne, ja wahrscheinlich auch noch vor Differenzirung der blattartigen Anlagen, vielleicht jedoch nach Bildung der Umhüllungshaut. Eine Sonderung des befruchteten Keimes in zwei Theile zu dieser Zeit ist jedoch dann keine Keimtrennung mehr in dem Sinne, wie es die paarig-symmetrische Keimtrennung ist, weil sie eben keine Begründung in der normalen Entwicklungsgeschichte hat, sondern sie ist eine einfache Sonderung einer undifferenzirten Zellenmasse in zwei Theile, die sich dann selbständig weiter entwickeln, ein Act, der mit der ungeschlechtlichen, monogenen Fortpflanzung durch Theilung sehr grosse Aehnlichkeit hat. Ich sehe hierbei dann nur nicht ein, warum diese Trennung dann immer in der Queraxe vor sich gehen sollte. Sie könnte mit demselben Rechte in jeder andern Richtung eintreten. — Betrachten wir nun aber, was ja für uns die Hauptsache, das Resultat einer solchen queren Trennung, so sehen wir als solches ein Ei mit zwei von einander ganz unabhängigen Embryonalanlagen, dasselbe Resultat, welches wir in einem befruchteten Ei mit zwei Dottern oder zwei Keimflecken oder nach Schultze[1]) mit zwei Keimbläschen finden, in dem sich diese von einander unabhängigen Anlagen auch unabhängig weiter entwickeln. Einen Grund, weshalb aus einem so beschaffenen Ei eine Doppelmissgeburt werden soll, bin ich zu erforschen nicht im Stande. Mit dieser Annahme würde man ja nur die alte Verwachsungstheorie aus der wohlverdienten Vergessenheit wieder hervorziehen und dieselbe, wenn auch im neuen Gewande, wieder zur Geltung zu bringen versuchen. Ich kann in Folge dessen nicht umhin, die Entstehung von Doppelmonstren in Folge einer anderen, als der paarig-symmetrischen

1) A. a. O.

Keimtrennung, für eine höchst unhaltbare Hypothese anzusehen.

Fragen wir nun, welcher Umstand es war, der Dönitz zur Annahme und energischen Vertheidigung der Quertheilung brachte, so giebt er uns diesen selbst an.[1]) Es war die Thatsache, dass er einen sehr jungen, von ihm genauer beschriebenen Doppelembryo vom Hühnchen,[2]) dessen beide an den Köpfen zusammenhängende Anlagen in einer geraden Linie sich befanden, dass er diesen mit seiner Längsaxe in derselben Axe des Eies liegen fand, in welcher die einfachen Embryonen zu liegen pflegen, nämlich in der Queraxe desselben. „Also war die Spaltung in der Längsaxe des Eies — und somit in der Queraxe des Keimes erfolgt." — Ich glaube nicht, dass dies der einzige hieraus zu ziehende Schluss ist; wenigstens glaube ich nicht, dass man aus dieser Beobachtung allein das Recht hat, mit der apodictischen Bestimmtheit, wie Dönitz es thut, die Querspaltung als unumstösslich bewiesen hinzustellen. Fragt man sich, wie kommt denn der normale Embryo dazu, sich mit seiner Längsaxe in die Queraxe des Eies zu stellen, so wird man auf diese Frage immer nur sehr allgemeine und halbhypothetische Antwort geben können. Zunächst glaube ich annehmen zu müssen, dass sich derselbe in diese Axe stellt, sich nicht von vornherein darin befindet, denn ich kann mir nicht denken, dass in dem gefurchten, noch nicht differenzirten Dotter eine bestimmte Zellenpartie, die stets und unabänderlich an derselben Stelle liegt, zum Kopf gleichsam praedestinirt sein sollte; denn der Bildungsdotter besteht ja jetzt noch aus lauter gleichen, unter einander gleichwerthigen Elementen, die sich höchstens etwas durch die Grösse von einander unterscheiden. Ich glaube vielmehr, dass die gleiche Stellung, in der man die Embryonen findet, abhängig ist von gewissen unbekannten und schwer zu ergründenden Verhältnissen des Raumes und Gleichgewichts und meine also, dass sich dieselben in die Lage stellen, welche in Bezug auf Raum und Gleichgewicht für sie die

1) A. a. O. S. 522.

2) Praep. d. hies. anat. Mus. No. 21563.

günstigste ist. Warum diese Lage mit der Queraxe des Eies zusammenfällt, kann ich nicht sagen. Wann die Einstellung in diese Axe erfolgt, ist ebenfalls nicht mit Bestimmtheit zu ergründen. Jedenfalls jedoch sehr früh. Die primitive Rinne tritt schon in dieser Richtung ein, oder was das wahrscheinlichste ist, der Embryo stellt sich mit ihrem Erscheinen in die Queraxe. Wenn nun dies ein einfacher Embryo thut, so wird es ganz ebenso ein Doppelembryo thun, besonders wenn die beiden Anlagen eine gerade Linie bilden.

Mir scheint auch bei der Betrachtung des Dönitz'schen Falles die Gestalt des Fruchthofes gegen die Annahme einer Querspaltung zu sprechen. „Die Area pellucida hat nämlich die Gestalt eines Kreuzes, dessen lange Schenkel schmal, dessen kurze aber ausserordentlich breit sind. Der Doppelembryo liegt in der Richtung der langen Arme, so dass die Schwanzenden sich diametral gegenüberstehen, die Kopfenden aneinander stossen.“ Fragt man sich nun, woher kommen die kurzen Schenkel der kreuzförmigen Area pellucida, welchem Umstande verdanken sie ihre Entstehung, warum ist dieselbe nicht elliptisch entsprechend der Form der beiden Embryonen, so wird man, wenn man die Querspaltung festhält, darauf keine Antwort geben können. Meine Ansicht geht nun dahin, dass die Embryonen ursprünglich in der Richtung der kleineren, breiteren Schenkel parallel neben einander gelegen, wie es bei allen durch paarig-symmetrische Keimtrennung entstandenen Embryonen der Fall ist, dass dann bei Erhebung der Rückenplatten, in der unten näher zu erörternden Weise eine Drehung jedes der beiden Embryonen um 90°, also Einstellung der vorher parallelen Längsaxen in eine gerade Linie eingetreten. Ist diese Drehung der Embryonen im Fruchthofe vor sich gegangen, oder wahrscheinlich während derselben, so dreht sich dann auch der ganze im Ei schwimmende Embryo wieder so, wie es die Raum- und Gleichgewichtsverhältnisse verlangen, d. h. mit der Längsaxe in die Queraxe des Eies.

Zur Hervorrufung einer solchen Drehung der Embryonen im Fruchthofe, wie wir sie annehmen, sind aber gewisse Kräfte nöthig, und wir glauben dieselben zu finden: erstens im Breiter-

werden der Anlagen selbst, deren jede durch den bilateral-symmetrischen Keimspaltungsprocess wieder in eine rechte und linke Hälfte getheilt wird, die sich dann jede von der betreffenden Mittellinie seitlich verbreitern. Dazu wird Raum gebraucht und dieser geschafft, indem die Anlagen auseinander gedrängt werden, so dass die Schwanzenden (bei den Kraniopagen) zu divergiren anfangen. Erheben sich nun zweitens die Rückenplatten und bilden zwei getrennte nur am Kopfende confluirende Rückenröhren, so wird in dem Winkel, den die beiden Anlagen machen, und der ebenfalls für die doppelte Erhebung der Rückenplatten wenig Raum bietet, ein gewisser Druck, gleichsam eine Keilwirkung stattfinden, durch welche die Embryonen in noch grössere Divergenz gebracht werden. Dieser Druck wird erst aufhören, wenn dieselben in einer geraden Linie stehen. Vielleicht wird der Druck an der Aussenseite auch noch durch eine Art Zug unterstützt, den die Erhebung der Rückenplatten an der convexen Seite ausübt, die hier bei paralleler Lage der Embryonen viel länger sein müssten, als die inneren im Winkel gelegenen. Aus der Ausgleichung zwischen Druck und Zug folgt Vermehrung der Divergenzstellung der beiden Anlagen.

Ich möchte nun noch auf einen Punkt aufmerksam machen, nämlich, dass im Dönitz'schen Falle der eine der Embryonen, welchen Dönitz den linken nennt, bei welchem, wie auch beim anderen, die Rückenröhre am Kopfe schon geschlossen, und die Gesichtskopfbeuge schon vor sich gegangen ist, dass dieser mit der rechten Seite dem Dotter aufliegt, während jeder normale Embryo dies mit der linken thut. Wir finden dieses Verhalten jedoch stets bei dem einen Individuum von Doppelembryonen, meist bei dem Embryo, der aus der ursprünglich linken Hälfte der einfachen Anlage hervorgegangen ist.[1]) Es spricht meiner Meinung nach diese Lagerung sehr zu

1) Doch auch beim rechten, je nach der Art des Zusammenhanges der beiden Individuen, jedoch nur bei den Formen, bei welchen sich getrennte Bauch-, aber zum Theil gemeinsame Rückenröhren finden, z. B. Pygopagen und Kraniopagen.

Gunsten einer Entstehung des Doppelembryo's durch paarig-symmetrische Keimspaltung, und da dann beide zuerst parallel gelegen haben müssen, indirect für die Drehung in eine gerade Linie. Die von Reichert[1]) schon früher beschriebenen Doppelembryonen scheinen mir ein weiterer Beweis für die ausgesprochene Ansicht zu sein. Derselbe beschreibt und bildet ab[2]) eine Doppelanlage, deren beide Embryonen sich mit den Köpfen berühren, mit den Schwanzenden aber so divergiren, dass die Längsaxen einen Winkel von ca. 90° mit einander machen. In dem epheublattartig geformten Fruchthofe sieht man „eine deutlich markirte gerade Linie, die durch Unebenheiten und eine runzlige Oberfläche ausgezeichnet ist.“ Es ist dies nach meiner Ansicht die Linie, in der die paarig-symmetrische Keimtrennung erfolgt ist. „Es sieht fast so aus, als ob in dieser Linie die Ausbildung des Gefässhofes sich hätte Bahn brechen und so die Trennung der beiden Embryonen hätte vervollständigen wollen.“ Es mag diese Ausbildung des Gefässhofes, die sich zwischen die beiden getrennten Embryonalanlagen zu drängen strebt, ein neues und sehr wichtiges Moment sein, durch welches, wieder gleichsam durch Keilwirkung, in Verbindung mit den übrigen, oben erörterten, die Drehung der Embryonen im Fruchthofe herbeigeführt wird. Es wäre demnach dieser Reichert'sche Fall eine Zwischenstufe zwischen den parallel liegenden,[3]) durch paarig symmetrische Keimtrennung entstandenen, und den in einer Linie liegenden Embryonalanlagen, wie sie Reichert[4]) ebenfalls schon vor Dönitz, in einem noch früheren Stadium der Entwicklung beschrieben und abgebildet hat.

Gehen wir nun zur näheren Betrachtung der Entwicklung der Kraniopagen, so haben wir zunächst nach der Art des Zusammenhanges der beiden Köpfe verschiedene Arten zu unterscheiden. Man findet Formen, die mit den Stirnen (Metopagen,

---

1) Dies Archiv 1864, S. 756, Taf. XVIII.
2) Ebendas. Taf. XVIII, Fig. 5 u. 6.
3) Ebend. S. 744.
4) Ebendas. Fig. 4.

G. St. Hilaire),[1]) solche, die mit den Scheiteln (Cephalopagen, idem),[2]) und solche, die mit den Hinterhäuptern zusammenhängen, und die nach dieser Analogie Opisthokraniopagen zu nennen wären. Es sind dies, wie man leicht erkennen wird, dieselben Abstufungen, wie wir sie bei den Diprosopen fanden, d. h. der verschiedene Zusammenhang ist bestimmt durch die verschiedenen Schädelwirbel, die ihn abwechselnd bedingen. Bei den Metopagen ist es der erste, bei den Cephalopagen der zweite, bei den Opisthokraniopagen der dritte Schädelwirbel, dessen Rückenröhre gemeinsam ist. Sehr leicht ergiebt sich nach den allgemeinen oben erörterten Ansichten von der Entstehung der Doppelmissgeburten, die Entstehung auch dieser Formen.

Die Metopagen sind Bildungen, bei denen durch Excess die bilateral-symmetrische Keimspaltung zur paarig-symmetrischen Keimtrennung geworden ist, in der ganzen Ausdehnung der Anlage vom Schwanze bis an das hintere Ende des ersten Schädelwirbels. Hier ist das Wirbelsystem im Zusammenhang geblieben, das Centralnervensystem ist getrennt. Während nun die getrennten Theile durch Erhebung doppelter Rückenplatten eine doppelte Rückenröhre bilden, ist im vordersten Theile die Erhebung eine einfache gewesen. Dem entsprechend confluiren die beiden Rückenröhren hier mit einander. Es ist daher in der oben besprochenen Weise eine Drehung der beiden Embryonen im Fruchthofe während der Röhrenbildung zu Stande gekommen, so dass bei Vollendung derselben die Anlagen in einer geraden Linie stehen, beide, wie normal, mit dem Rücken nach oben gekehrt. Tritt nun, wie bei höheren Wirbelthieren ja stets, die Gesichtskopfbeuge, durch welche die Rückenröhre des Wirbel- und Centralnervensystems rechtwinklig (beim Menschen) geknickt werden, bei beiden Embryonen ein, so bewirkt diese eine neue Drehung derselben, durch welche sie sich wieder parallel stellen, jedoch so, dass sie sich jetzt mit den Bauchseiten gegenüber liegen. Der linke Embryo hat sich da-

1) A. a. O. S. 41.
2) Ebendas. S. 44.

bei auf die rechte Seite gelegt, womöglich schon, als beide noch in einer geraden Linie lagen, dadurch kam der rechte auf die linke Seite zu liegen und liegt auch nach der eben beschriebenen Drehung selbstverständlich noch ebenso. Jedoch ist bei dieser Drehung der ursprünglich rechte Embryo zum scheinbar linken geworden, und umgekehrt, d. h. die beiden Embryonen, die sich vorher gegenseitig die Rückseite zuwandten, sind so um einander herumgewendet, dass sie jetzt mit den Bauchseiten zugekehrt sind und gegenüber liegen front à front, face à face, ventre à ventre.[1])

Ganz analog geht die Entwicklung der Kephalopagen[2]) vor sich. Denselben liegt eine Keimtrennung zu Grunde, die die ganze Anlage mit Ausnahme der Region des zweiten Schädelwirbels betroffen hat. Das Centralnervensystem ist wie bei der vorigen Form ganz getrennt. Kommt es nun zur Bildung der beiden bis auf die Region des zweiten Schädelwirbels vollständig getrennten Rückenröhren, so können dieselben in diesen Theilen eben nur gemeinsam werden, wenn beide Embryonen eine Drehung machen, durch welche sie sich mit den Rückenflächen einander nähern. Indem dies geschieht, legt sich der rechte Embryo auf die linke, der linke auf die rechte Seite, und indem nun (diese Processe greifen zeitlich in einander und werden nur zum leichteren Verständniss hier getrennt und wie zeitlich aufeinander folgend behandelt), wieder bei beiden Embryonen die Gesichtskopfbeuge eintritt, durch welche die Oberfläche der Scheitelbeine senkrecht zur Längsaxe des Körpers gestellt wird, so bewirkt diese wieder eine allmälige Drehung der beiden Embryonen, durch welche der Winkel zwischen den beiden Rückenflächen immer grösser wird, und zwar so lange, bis beide Embryonen in einer geraden Linie liegen, d. h. bis die beiden in der Spaltungslinie liegenden Oberflächen der beiden Scheitelbeine senkrecht stehen zu den beiden Körperaxen. Es entstehen so Bildungen, bei denen

---

1) Is. G. St. Hilaire, a. a. O. III, S. 41; Münster, Cosmographia universalis; von Baer, Mém. de l'Acad. de St. Petersburg. Ser. VI, Tom. VI. Ueber doppelleibige Missgeburten. Tab. VI.

2) Praep. d. hies. anat. Mus. No. 21562.

Stirn über Stirn, Hinterhaupt über Hinterhaupt[1]) steht, Formen, die allerdings ziemlich selten beobachtet sind. Etwas häufiger, wenn auch ebenfalls sehr selten, sind die Formen der Kephalopagen, bei denen Stirn über Hinterhaupt und umgekehrt steht.[2]) Zwischen diesen beiden sind als Uebergänge solche beobachtet, bei denen die sagittalen Axen der beiden Köpfe, die in den erwähnten Fällen parallel verlaufen, sich in grösserem oder kleinerem Winkel schneiden, so dass also die Stirn des einen Kopfes über Seiten- oder Schläfenbein[3]) des andern steht. Ich halte alle diese Formen für solche, die aus der ersten (Stirn über Stirn) durch abnorme secundäre Drehungen des einen oder andern oder beider Embryonen um ihre Längsaxe entstanden sind, Drehungen, wie sie bei den Lageveränderungen der Embryonen, die diese nach dem oben gesagten durchzumachen haben, begreiflich und denkbar sind. Dass diese Annahme zulässig ist, scheinen jene Zwischenformen deutlich genug zu beweisen, bei denen die Stirn des einen Foetus über dem Ohr des andern steht.

Kommen wir nun zu den seltensten Formen der Kraniopagen, den Opisthokraniopagen,[4]) so beruhen diese auf einer bis auf das Bereich des dritten Schädelwirbels vollständigen Keimtrennung, und die Entwicklung ist ganz dieselbe wie die der Kephalopagen, nur dass die Gesichtskopfbeuge bei diesen Formen keine andere Folge hat, als dass die beiden bis jetzt neben einander liegenden Scheitel der beiden Embryonen in eine zu der vorigen Lage senkrechte Ebene zu liegen kom-

---

1) Canstadt's Jahresber. 1855, IV, S. 9 1856, IV, S. 8. Der erste Fall dieser Art. Die Mittellinie des Gesichts des oberen Kopfes trifft das Auge des unteren, es ist also nur eine sehr geringe Drehung vorhanden; von Baer, a. a. O. Tab. VII.

2) Villeneuve. Déscription d'une monstruosité consistant en deux foetus humains accolés en sens inverse par le sommet de la tête. Paris 1831.

3) Home Philos. Transact. 1790. p. 299; Barkow, De monstris duplicibus vertice inter se junctis 1821. führt diesen neben zwei anderen Fällen und einem eignen an.

4) Praep. d. hies. anat. Mus. No. 6066.

men, wobei die gegenseitige Stellung der beiden Embryonen zu einander gar nicht verändert wird.[1])

Was die Schädel aller dieser Formen anbetrifft, so gehen die Knochen des einen meist direct ohne Unterbrechung in die des andern über. Die Gehirne sind entweder getrennt durch eine gemeinsame Dura,[2]) oder an den Scheiteln verwachsen.[3]) Die übrigen Organe sind selbstverständlich für jedes Individuum gesondert und normal vorhanden.

Ganz ähnlich wie die der Kraniopagen, nur einfacher wegen der fehlenden Analogie der Gesichtskopfbeuge am Schwanzende ist die Entwicklung der Pygopagen.[4]) Die Keimtrennung betrifft hier die ganze Anlage mit Ausnahme der Region des Kreuz- oder Steissbeins. Das Centralnervensystem kann an dieser Stelle getrennt, auch nur gespalten sein. Bei der Erhebung der Rückenplatten und Bildung einer gemeinsamen Rückenröhre in der Kreuzbeingegend geschieht nun dasselbe, wie bei den Kephalo- und Opisthokraniopagen: die beiden Embryonen drehen sich so um ihre Längsaxe, dass sie mit den Rückenflächen aneinander zu liegen kommen. Es legt sich also der rechte auf die linke, der linke auf die rechte Seite. In dieser Lage bleiben sie, entwickeln sich weiter, werden geboren und können sogar ein ziemliches Alter erreichen, wie das Beispiel der beiden berühmt gewordenen „Ungarischen Schwestern" Judith und Helena beweist, die ein Alter von zwei und zwanzig Jahren erreichten.[5]) Eine ganz ähnliche Missbildung stellen die jetzt unter dem Namen der „zweiköpfigen Nachtigall" bekannten afrikanischen Mädchen vor.[6]) Bei allen diesen findet

---

1) Barkow, a. a. O. 1821, S. 9; Hemery, Mém. de Paris 1703. Hist. p. 47, No. 71; Alb. v. Haller: Allgemeine Historie der Natur nebst Beschreibung der Naturalienkammer des Königs von Frankreich. Hamburg und Leipzig 1752. 4. Bd. 2, S. 44.

2) Villeneuve, a. a. O.

3) Canstadt's Jahrber. 1856, IV, S. 9.

4) Praep. d. hies. anat. Mus. 2997.

5) Torkos Observat. anat. med. de monstro bicorporeo virgineo u. s. w. in Phil. Transact. Vol. 50. Tom. 1, p. 311.

6) Ramsbotham, Med. Times and Gazette; Canstadt's Jahrber. 1855, IV, S. 8.

der Zusammenhang am Os sacrum statt und verbreitet sich über die Weichtheile der aneinander liegenden, accessorischen, hier im Gegensatz zu den am Bauch zusammenhängenden Formen der „vorderen" Hälften. Die vorderen accessorischen Hälften zeigen auch bei diesen Formen, wie bei den andern meist secundäre Atrophie, und ist eine solche auch bei der „Nachtigall" in geringem Grade deutlich vorhanden. Dadurch kommen die beiden Körper in eine schräge Stellung zu einander, so dass die Rücken nach hinten divergiren. Jeder Körper hat seine eignen vollständigen Organe. Die Aorta und Vena cava wurden bei Helena und Judith confluirend gefunden, ebenso die Recta. Letzteres ist auch bei der „Nachtigall" der Fall. Einen dritten menschlichen Pygopagen beschreibt Normand.[1])

In dieselbe Kategorie wie die Kraniopagen und Pygopagen gehören die von Deslongchemps sogenannten Rhachipagen, Formen, welche wie die Kranio- und Pygopagen zur Meckel-schen Duplicitas posterior gehören.[2]) Es ist von diesen bis jetzt nur ein Fall beschrieben[3]) und zwar so undeutlich, dass man nur eben die Art des Zusammenhanges zu ahnen vermag. Ich will mich deshalb über diese Formen nicht weiter auslassen, doch glaube ich, dass sie für den Rückentheil ganz dasselbe sind, was die Kraniopagen für den Kopf- und die Pygopagen für den Schwanztheil.

Resultate.

1. Das Verständniss der Entstehung der Doppelmissbildungen ist nur möglich auf Grundlage der Reichert'schen Lehre von dem bilateral-symmetrischen Bau des Wirbelthierorganismus. In demselben existiren keine Axengebilde, sondern

---

1) Bull. de la fac. méd. de Paris, 1818, p. 1.

2) De duplicitate monstrosa. p. 90, § LXX.

3) Deslongchemps. Comptes rendus de la société de biologie, III, 1851.

eine Medianebene, primäre und secundäre Commissuren. Die erste Andeutung für die bilaterale Symmetrie ist das Auftreten der primitiven Rinne, welche die blattartigen Anlagen in eine rechte und linke Hälfte sondert.

2. Alle Doppelmonstren sind aus einem Ei mit einfachem, ursprünglich ganz normalem Bildungsdotter hervorgegangen.

3. Alle Doppelmonstra entstehen aus dem einfachen Dotter durch Excess der bilateral - symmetrischen Keimspaltung, durch einen paarig-symmetrischen Keimtrennungsprocess.

4. Dieser paarig-symmetrische Keimtrennungsprocess kann vom Kopf- oder Schwanzende oder von beiden zugleich ausgehen, er trennt ferner die blattartigen Anlagen je nach Umständen sehr verschieden tief.

5. In den durch paarig-symmetrische Keimtrennung entstandenen und sich selbständig weiter entwickelnden Hälften geschieht diese Entwicklung auf Grundlage einer neuen bilateral-symmetrischen Keimspaltung.

6. Dieser, gleichsam secundäre, bilateral - symmetrische Keimspaltungsprocess kann, wie der primäre, ebenfalls excediren und zur paarig-symmetrischen Keimtrennung führen. So entstehen die dreiköpfigen und dreischwänzigen Monstra.

7. Die accessorischen d. h. aneinander liegenden Hälften von Doppelembryonen finden sich häufig im Zustande secundärer Atrophie oder Verkümmerung, wodurch oft eine scheinbare Einfachheit vorgetäuscht wird (rudimentäre Janusformen).

8. Wo sich bei Doppelmonstren für beide Individuen gemeinsame Bauch- oder Rückenröhren finden, entstehen dieselben durch Bildung abnormer secundärer Commissuren, indem sich die Rücken- resp. Visceralplatten oder Bögen des einen Embryo mit den gegenüberliegenden des andern verbinden. In den Commissurlinien finden sich stets die normalen Commissurgebilde.

9. Die Entstehung von Doppelembryonen durch Quertheilung des Keimes in der Grenzlinie zwischen Kopf und Rumpf ist nie beobachtet, und auch durch keine Gründe gestützt.

10. Eine Quertheilung des gefurchten Dotters hat, wie eine Theilung desselben in irgend einer Richtung, wenn sie

überhaupt vorkommt, nicht die Entstehung von Doppelembryonen, sondern ebenso wie die Befruchtung eines Eies mit zwei Dottern, zwei Keimflecken oder zwei Keimbläschen nur die Entwicklung von Zwillingen zur Folge.

11. In einer geraden Linie liegende Doppelembryonen sind ebenfalls durch paarig-symmetrische Keimtrennung entstanden und durch Entwicklung der accessorischen Hälften, Erhebung der am Kopf- resp. Schwanzende gemeinsamen Rückenplatten und Ausbildung der Area vasculosa in eine gerade Linie gestellt.

12. Jeder Embryo stellt sich vor oder bei dem Auftreten der primitiven Rinne mit seiner Längsaxe in die Queraxe des Eies und zwar in Folge gewisser, bis jetzt unbekannter Raum- und Gewichtsverhältnisse.

13. Aus demselben Grunde findet diese Einstellung auch bei Doppelanlagen statt, die mit ihrer Längsaxe eine gerade Linie bilden.

Die Nerven der Sehnen.

Von

Dr. Carl Sachs.

(Aus dem physiologischen Laboratorium des Hrn. Prof. Kühne in Heidelberg.)

Hierzu Taf. XIII.

Ich beabsichtige im Folgenden die Resultate einer Untersuchung über die Nerven der Sehnen darzulegen, welche ich auf freundliche Anregung des Hrn. Prof. Kühne unternommen und in dessen Laboratorium während des verflossenen Sommers ausgeführt habe.

Eine specielle Veranlassung, diesem vielleicht etwas abseits liegenden Gegenstande einige Mühe zu widmen, lag für mich in dem Umstande, dass die zu hoffenden Resultate eine werthvolle Vervollständigung meiner, im vorigen Bande dieses Archivs mitgetheilten Arbeiten über die sensiblen Nerven der Muskeln liefern konnten.

Im Laufe der Untersuchung gewann sodann die Frage noch ein besonderes Interesse durch die inzwischen erschienenen Publicationen der Herren Erb[1]) und Westphal[2]). Die darin mitgetheilten Beobachtungen werden zwar von den beiden Verfassern auf sehr verschiedene Weise erklärt, doch scheint mir die Auffassung von Hrn. Erb, wonach es sich hier um Reflexvorgänge handelt, welche von den Sehnen vermittelt werden, bei Weitem den Vorzug zu verdienen. Der anatomische Nachweis von Nervenfasern, die sich in einer Reihe von Sehnen vorfinden, dürfte nun für diese Auffassung gewiss keine verächtliche Stütze abgeben. Ich trage daher kein Bedenken,

1) Ueber Sehnenreflexe. Arch. f. Psychiatrie. 1875.

2) Ueber einige durch mechanische Einwirkung auf Sehnen und Muskeln hervorgebrachte Bewegungserscheinungen. Arch. f. Psychiatrie. 1875.

meine auf diesem Gebiete gemachten Erfahrungen hier mitzutheilen, wiewohl ich kaum annehmen kann, dass mit denselben der Gegenstand bereits erschöpft ist.

Ein höchst bemerkenswerthes Object dieser Art hat die vordere Extremität des Frosches aufzuweisen; es ist dies die Sehne eines Muskels, den Ecker[1]) nach dem Vorgange Cuvier's als M. sternoradialis bezeichnet. Auf dieses Object machte mich Hr. Prof. Kühne freundlichst aufmerksam, der seinerseits, wie er mir mittheilte, die Kenntniss desselben Hrn. Prof. Rollett verdankt. In der Abhandlung dieses Forschers „Untersuchungen über die Structur des Bindegewebes"[2]), ist jene Thatsache nicht erwähnt; ebensowenig habe ich in dem von Rollett verfassten Artikel „Bindesubstanzen" des Stricker'schen Handbuchs[3]) eine Andeutung darüber gefunden.

Die Präparation dieses Objectes ist ausserordentlich leicht; unmittelbar nach Abzug der Haut bemerkt man die durch ihre Länge ausgezeichnete Sehne an der Beugeseite des Humerus. Man verfolgt sie bis zu ihrer Insertion (Radialseite des Os antibrachii) und schneidet sie dort, hart am Knochen, mit einer feinen Scheere ab. Der dazu gehörige Muskel entspringt mit breiter Basis vom Episternum, verjüngt sich platt kegelförmig durch Convergenz der Fasern und geht etwa in der Höhe des Schultergelenkes in die Sehne über; behufs der Freilegung desselben müssen die oberflächlichen Brustmuskeln, welche ihn bedecken, abgetragen werden. Was nun die Sehne anbelangt, so erhält dieselbe einen Nerven von so namhafter Stärke, dass man, bei grossen Fröschen, ihn mit blossem Auge erkennen kann. Der Eintritt desselben erfolgt in Begleitung eines kleinen Gefässes und zwar nicht etwa in der Nähe des Muskels, sondern weit davon entfernt, etwa 1·5 Mm. oberhalb der Insertion am Knochen. Eine Verbindung mit den Nerven des Mus-

---

1) A. Ecker: Die Anatomie des Frosches. Braunschweig 1864. S. 96.

2) Sitzungsber. der Wiener Akad. Mathem.-naturw. Kl. Bd. XXX (1858) S. 37.

3) Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen u. der Thiere, herausgeg. v. Stricker. Leipzig 1871. Bd. I. Cap. II.

kels besteht nicht. Der Nerv ist aus etwa 7 markhaltigen Fasern von 6—8 μ Dicke zusammengesetzt. Bei der feinen, zarten Sehne eines ganz jungen Thieres kann man den Verlauf der Fasern auch nach dem Eintritt ohne Zuhülfenahme eines Reagens eine Strecke weit verfolgen; im Uebrigen aber, und dies gilt für das ganze Untersuchungsgebiet, ist die Anwendung verdünnter Säuren leider unumgänglich.

Um sich von den gröberen Verhältnissen eine Anschauung zu verschaffen, setzt man die reinlich präparirte Sehne am Besten in einem Uhrgläschen der Wirkung verdünnter Salzsäure (1 : 1000) aus. In 1—2 Min. quillt unter starker Volumenszunahme das Gewebe so weit auf, dass das Object völlig durchsichtig wird. Man bringt es sodann mit ³/₄procentiger Kochsalzlösung auf den Objectträger und studirt es bei schwacher Vergrösserung (1:90). An der oben bezeichneten Stelle findet sich der Eintritt des Nerven, und von diesem ausgehend eine reiche, in ihrer Configuration äusserst mannigfaltige Verzweigung. Das Bild erinnert ungemein an dasjenige der Nervenverzweigung in einem Muskel; man erkennt zahlreiche Theilungen der Fasern und plexusartige Verbindungen zwischen den gröberen Aesten der Ramification. Im ganzen Verlaufe der Nervenfasern, namentlich an den Theilungsstellen, finden sich die Ranvier'schen Schnürringe. Das nervenhaltige Gebiet erstreckt sich von der Insertion bis zur Mitte der Sehne; darüber hinaus findet sich nichts. Ueber die weiteren Schicksale der eingetretenen Nervenfasern lässt sich an einem solchen Object wenig ermitteln; die aus der Theilung hervorgegangenen secundären Fasern schlagen einen gesonderten Verlauf ein und zerfallen schliesslich, ähnlich wie die von Kühne[1]) an den Muskelnerven beschriebenen „Endbüsche“, in eine Anzahl trugdoldenförmig auseinanderweichender Zweige von 2—4 μ Dicke (s. Fig. I.). Dieselben entstehen aus der Stammfaser durch rasch aufeinanderfolgende dicho- und trichotomische Theilungen, lassen sich noch eine Strecke weit verfolgen, um dann, in Folge des Ver-

1) Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven Leipzig 1862.

lustes der Markscheide, scheinbar abgeschnitten zu endigen. Von den Methoden, welche ich angewendet habe, um der wirklichen Endigungsweise auf die Spur zu kommen, soll weiter unten die Rede sein.

Das geschilderte Verhalten findet sich, mit geringen Abänderungen, auch bei allen übrigen Objecten ausgesprochen, welche in dieser Reihe zu nennen sind.

Von den Muskeln des Frosches ist mir ausser dem Sternoradialis nur noch einer bekannt, in dessen Sehne ein Nerv gelangt, nämlich der M. semitendinosus.[1]) Die Zahl der Nervenfasern ist hier eine ungleich geringere, bei grösseren Thieren findet man deren 3—4, bei kleineren oft nur eine einzige.[2]) Der Eintritt erfolgt, im Gegensatz zur Sehne des Sternoradialis, von der Seite des Muskels aus, ohne dass jedoch ein Zusammenhang mit den Nerven des letzteren nachweisbar wäre. Die Verzweigung erstreckt sich über die obere Hälfte der Sehne. Fig. 1 zeigt ein solches, von einem ganz jungen Thiere entnommenes Präparat mit einer einzigen Nervenfaser. Letztere löst sich in einen zierlichen, aus 6—7 Zweigen bestehenden Endbusch auf. — Alle übrigen Sehnen des Frosches habe ich erfolglos untersucht; selbst die langen, dünnen Beuge- und Strecksehnen der Zehen sind gänzlich nervenlos.

Beim Salamander (S. maculata) fand ich an der vorderen Extremität einen Muskel, der nach Lage und Insertion völlig dem Sternoradialis des Frosches entsprach. Wie zu erwarten, zeigte die sehr lange, feine Sehne desselben auch eine Nervenverzweigung von ganz ähnlicher Art und Anordnung wie die Sehne jenes Muskels. Weitere Ausbeute lieferte dieses Thier nicht. Dagegen fand ich unter den Reptilien bei der Eidechse (L. agilis) mindestens drei nervenhaltige Sehnen. Zwei davon liegen an der hinteren Seite des Femur (Beugemuskulatur des Unterschenkels), eine am Schwanz. Der Muskel der letzteren entspringt fleischig an der Seitenfläche der Schwanzwirbelsäule und inserirt sich mit einer kurzen starken Sehne an einen ventralwärts gelegenen Punkt des Beckens; die Sehne erhält etwa

1) A. Ecker, a. a. O. S. 117.

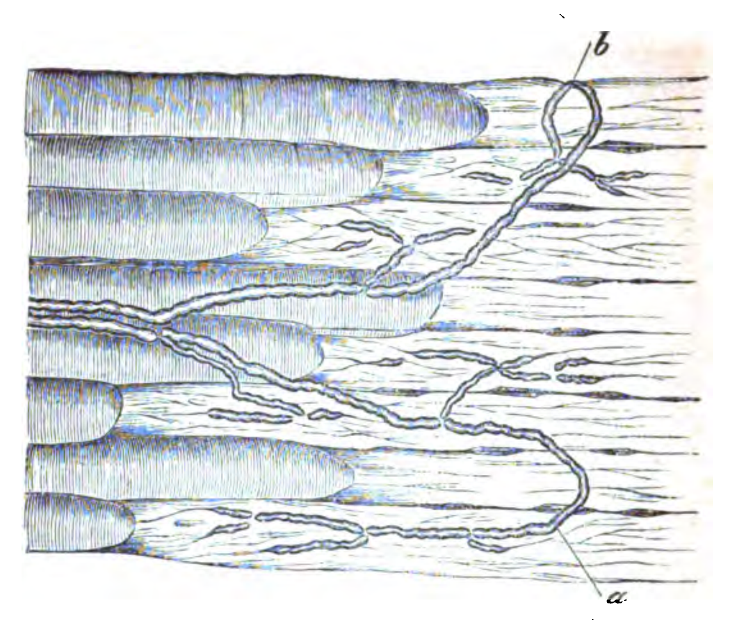
2) Unzweifelhaft erfolgt im Laufe des Wachsthums eine Vermehrung in der Zahl der peripherischen Nervenfasern.

2 Nervenfasern in der Nähe der Insertion. Von den beiden andern ist die eine oberflächlich gelegen und unmittelbar nach Abzug der Oberschenkel-Haut sichtbar; sie erhält ebenfalls nur 1—2 Nervenfasern. Die letzte und interessanteste der 3 Sehnen gehört einem eigenthümlichen Muskel an, der von den vordersten Schwanzwirbeln seitlich entspringend, als ein starker, kegelförmiger Muskelbauch nach vorn zum Oberschenkel gelangt. Dort geht er in eine lange, dünne Sehne über, welche zwischen den tiefgelegenen Muskeln abwärts laufend, den Unterschenkel-Knochen erreicht, um sich an das obere Ende desselben zu inseriren. Ausserdem ist aber die Sehne noch an den Oberschenkel befestigt durch eine dünne, rhombisch gestaltete Aponeurose, welche von einem trochanterartigen Vorsprunge des Femur sich zu ihr hinbegiebt. Die Wirkung des Muskels besteht demnach nicht nur in Flexion des Unterschenkels, sondern auch in Reduction des Beines, oder, sobald dies fixirt, in Vorwärtsbewegung des ganzen Körpers, wie sie beim Laufen und Klettern des Thieres nothwendig. Jene Aponeurose nun ist es, welche der aus 6—7 dünnen markhaltigen Fasern bestehende Nerv als Eintrittspforte benutzt, um dann ober- und unterhalb derselben in dem cylindrischen Theil der Sehne sich auszubreiten.

Unter den Vögeln habe ich die Muskulatur des Sperlings untersucht. An den Beinen desselben fand ich eine erstaunliche Menge dünner, gegen zwei Zoll langer Sehnen; in denselben liess sich jedoch keine Spur nervöser Bestandtheile nachweisen. Bei den ebenfalls langen, dünnen Sehnen der kleinen spindelförmigen Flügelmuskeln gelang es zwar zum Theil, Nervenfasern nachzuweisen, doch nur so spärlich, dass auf diese Objecte wenig Werth zu legen ist.

Ergiebiger erwies sich die Untersuchung von Säugethieren. Das interessanteste Object, das ich hier kennen gelernt habe, sind die langen dünnen Sehnen des Mäuseschwanzes, jenes auch in anderer Beziehung für die Histologie werthvolle Präparat. Man gewinnt dasselbe bekanntlich durch successives Abreissen einzelner Wirbel von dem enthäuteten Schwanz; um jedoch die Nervenverbreitung in diesen Sehnen übersehen zu

können, ist es nöthig, dieselben im Zusammenhang mit dem zugehörigen Fascikel der Muskelsubstanz zu erhalten. Man erreicht dies dadurch, dass man das Abreissen nicht mit kräftigem Ruck, sondern mit langsam verstärktem Zuge bewerkstelligt. An jeder einzelnen Sehne hängen alsdann die Enden von 6—12 Muskelfasern; gerade die Uebergangsstelle zwischen Muskel und Sehne ist das kritische Gebiet. Es treten nämlich, wie man an aufgehellten Objecten erkennt, ganz regelmässig und constant 2 markhaltige Nervenfasern, von der Richtung des Muskels kommend, in die Sehne ein. Diese, etwa 4 μ starken Fasern zerfallen durch Theilung in mehrere, 2 μ dicke Aeste, welche sich zu je einer Elementarsehne hinbegeben. Unter „Elementarsehnen" sind die, einer Muskelfaser entsprechenden, durchschnittlich 25 μ messenden Sehnenbündel zu verstehen, wie man sie durch Zerfaserung von der Gesammtsehne leicht abspalten kann. Gerade an den Schwanzsehnen der Maus spricht sich die histologische Selbständigkeit dieser Elemente sehr deutlich dadurch aus, dass der Ansatz derselben an die zugehörige Muskelfaser nicht in gleicher Höhe erfolgt; einzelne solcher Elementarsehnen lassen sich, oft auf weite Strecken hin, zwischen den Muskelprimitivbündeln verfolgen. Um die charakteristische Art der Nervenverzweigung zu veranschaulichen, diene die auf nächster S. stehende, einer 375fachen Vergrösserung entsprechende Skizze, die zwar im Wesentlichen einem, mittels der Goldmethode gewonnenen Präparat entspricht, in die ich aber ein Paar hervorstechende, sich häufig wiederholende Züge aus anderen Präparaten mit hineinversetzt habe. Als solche bezeichne ich den Verlauf der Fasern *a* und *b*. Die erstere scheint in weitem Bogen zu dem Muskel zurückzukehren, in Wirklichkeit aber begiebt sie sich zu einer, besonders hoch hinaufreichenden Elementarsehne. Die Faser *b* umkreist, bevor sie in ihre Endigung übergeht, schlingenförmig eine andere Faser. Die für die einzelnen Elementarsehnen bestimmten Nervenfasern treten in einer gewissen Entfernung unterhalb des betreffenden Muskelfaserendes ein und bilden verästelte Figuren, die einige Aehnlichkeit mit dem Bilde der intramuscularen Nervenendigungen des Frosches zeigen. Die,



anfangs noch markhaltigen terminalen Aeste erstrecken sich über eine Längsausdehnung, welche bis 0·4 Mm. betragen kann, und zwar nach oben hin stets bis an das stumpf abgerundete Ende der Muskelfaser heran. Die Nervenverbreitung beschränkt sich also gänzlich auf das an den Muskel grenzende Gebiet der Sehnen, in dem ganzen übrigen Theil derselben habe ich nie die geringste Spur von Nerven gefunden.

Auch das Centrum tendineum der Maus enthält einzelne Nervenfasern, welche aus der Muskelmasse des Zwerchfells in dasselbe eindringen und sich in der Sehnensubstanz verästeln. Ferner erwähne ich die Achillessehne; auch in diese tritt kein grösserer, zusammenhängender Nerv ein, sondern vorüberziehende Hautstämme entsenden kleine Zweige, welche von verschiedenen Seiten her in die Sehne eindringen.

Ausser der Maus habe ich, unter den Säugethieren, noch das neugeborene Kätzchen untersucht. An den Schwanzsehnen fand ich genau dieselben Verhältnisse, wie bei jenem Thier; auch das Präparationsverfahren ist das nämliche. Die Sehnen sind etwas dicker und, dem entsprechend, reichlicher mit Ner-

venfasern versorgt. Aber der Eintritt und die Verbreitung derselben erfolgt ganz in der Weise, wie es die Abbildung auf vor. S. erläutert. — Im Uebrigen ist hervorzuheben, dass auch im Lig. patellae des Kätzchens einige Nervenfasern angetroffen werden, während ich bei anderen Thieren vergeblich nach solchen gesucht habe.

Ich gelange nunmehr zur Darstellung des terminalen Verhaltens der Sehnennerven.

Bereits oben habe ich erwähnt, dass man, mit Hülfe der Aufhellung durch Säuren, die Nervenfasern nur so weit verfolgen kann, als sie markhaltig sind. Die einzelnen Aeste der schon oben (S. 404) beschriebenen Endbüsche scheinen einfach aufzuhören; doch erkennt man mit guten Systemen, dass die unmittelbare Umgebung der betreffenden Stelle sich doch nicht völlig so verhält, wie die übrige, wasserhell gequollene Sehnensubstanz. Einzelne kernartige Contouren, sowie eine zart granulirte Beschaffenheit der Masse sind nicht zu verkennen. Um nun der Endigungsweise auf die Spur zu kommen, habe ich einerseits die Edelmetalle, andererseits organische Färbemittel in Anwendung gezogen. Unter den ersteren erwiesen sich Osmium und Palladium als unbrauchbar, dagegen verdanke ich der Goldmethode, in Form des Goldchloridkaliums, die wesentlichsten Resultate. Man kann die Quellung der Goldbehandlung voraufgehen lassen. oder auch beide Wirkungen in einer Flüssigkeit combiniren. Im ersteren Falle verfährt man folgendermaassen: Die frisch präparirte Sehne wird in einem Uhrgläschen mit Salzsäure von 1:1000 oder mit Essigsäure (9 Tr. Eisessig zu 100 Gr. Wasser) übergossen; letzteres Agens wirkt insofern etwas günstiger, als dieselbe Transparenz bei geringerer Volumenszunahme erzielt wird. Sobald das Object hinlänglich gequollen ist, bringt man es auf 15 Min. in die Goldchloridkaliumlösung (1:1000) und aus dieser, sorgfältigst abgespült, in ein Uhrgläschen mit Wasser zur Reduction im Sonnenlicht. Das Verfahren passt vorzüglich für die derben Sehnen des Frosches, bei weitem weniger für die zarten Objecte am Hinterbeine der Eidechse und die Schwanzsehnen der Maus. Hier werden die beiden Reagentien mit Vortheil combinirt und in

grösster Verdünnung angewendet; die von Gerlach[1]) für das Studium der motorischen Nervenendigungen empfohlene Flüssigkeit (1 Th. Goldchloridkalium, 1 Th. Salzsäure, 10000 Th. Wasser) leistet für diesen Zweck die besten Dienste. Ich habe die Mengen der Bestandtheile variirt, aber stets gerade diese Mischung am vortheilhaftesten gefunden. Man bringt das frische Object in eine nicht zu geringe Quantität derselben und lässt es 24 Stunden im Finstern stehen, die Färbung kommt auch ohne Lichteinwirkung zu Stande.

Was organische Färbemittel betrifft, so habe ich Versuche mit essigsaurer Carminlösung und mit nach Ranvier's Vorschrift bereitetem Pikrokarmin gemacht; es gelang nicht, diffuse Färbungen auszuschliessen, was jedoch wohl in der minder guten Beschaffenheit der benutzten Karminsorten seinen Grund haben mag. Gute Dienste dagegen leisteten Haematoxylin und Pikrinsäure; von letzterer fügte ich 3 Tropfen einer concentrirten Lösung zu 7—8 Gr. Wasser und behandelte das in Säuren gequollene Object 24 St. damit.

Mittels dieser Methoden gelang es, Endigungen von verschiedener Art nachzuweisen. Ich will zunächst das am häufigsten vorkommende und eigentlich typische Bild auseinandersetzen. Gehen wir von der Sternoradialis-Sehne des Frosches aus und betrachten wir ein Object, wie es durch die zuerst beschriebene Methode (Quellung nnd nachfolgende Goldbehandlung) erhalten wird. Schon bei schwacher Vergrösserung erkennt man, dass die vorhandene makroskopische Färbung der Sehne gebunden ist an eine violette Tinction der Nervenfasern in ihrem ganzen Verlaufe, sowie der Sehnenzellen, welche meist ihre Plattenform durch die Quellung der Fibrillen - Masse eingebüsst haben. Die Intercellularsubstanz zeigt sich gar nicht oder höchst schwach bläulich gefärbt. An den Enden der meisten Nervenfasern bemerkt man eine eigenthümliche Substanz, die sich in Form einer schirmähnlichen Platte an die Faser anschliesst. Flächenansichten derselben zeigen eine elliptische, seltener

1) J. Gerlach, Das Verhältniss der Nerven zu den willkürlichen Muskeln der Wirbelthiere. Leipzig 1874.

kreisrunde Begrenzung; auf dem optischen Durchschnitt erkennt man die Continuität mit dem Nerven, der sich in die plattenförmige Masse, wie der Stiel in die Scheibe eines Pilzes versenkt. Die grösste Längenausdehnung der Endigungen schwankt zwischen 80 und 350 μ. Innerhalb dieses terminalen Gebildes oder auch schon vor dem Eintritt in dasselbe zerfällt der Nerv in 2—3 markhaltige Zweige, welche sich, mit Verlust der Markscheide, unmittelbar in die Substanz fortsetzen. Letztere selbst zeigt bei schwacher Vergrösserung ein grob granulirtes, oder besser gesprenkeltes Aussehen, und zwar haben die einzelnen Körner dieselbe Nuance der Tinction, wie die Nervenfasern. — Um stärkere Vergrösserung anwenden zu können, bedarf es einer Verkleinerung des Präparates, die in der Weise zu bewirken ist, dass man mit einer flachen Scheere die Sehne ein Mal oder mehrmals der Länge nach spaltet. Innerhalb der dünnen Fragmente, welche in Glycerin untersucht werden, findet man leicht unversehrte Endigungen.

Schon bei Anwendung mässig starker Systeme (Hartnack V) überzeugt man sich, dass jene Sprenkelung von ganz besonderer Art ist. Es sind nicht rundliche, sondern strichförmige Zeichnungen, darunter manche 3—4strahligen Sternchen ähnlich, welche das gesprenkelte Bild hervorrufen (s. Fig. 2.). Zwischen den gröberen Sprenkeln finden sich feinere von ähnlicher Art; die Grundsubstanz zeigt sich, in Färbung und Lichtbrechungsvermögen, von der Intercellularsubstanz der Sehne nicht verschieden. Schon beim ersten Anblick eines solchen Bildes stieg in mir die Vermuthung auf, dass hier ein Kunstproduct vorliege, erzeugt durch die Quellung der Sehnensubstanz. Nahe lag der Gedanke, dass es sich in Wirklichkeit um eine Ramification des Axencylinders handle, deren Continuität durch die Volumenvergrösserung der Grundmasse an zahlreichen Punkten unterbrochen werde, so dass jenes Bild entstände. In der That hat sich diese Vermuthung als völlig richtig erwiesen. An den meisten Präparaten dieser Art gelingt es nämlich, sobald man einmal auf der richtigen Fährte ist, leicht, Reste der ursprünglichen Ramification aufzufinden. Fig. 2 zeigt zwar wenig davon, und ich habe gerade dieses

[illegible]

[illegible]

vollkommen dunkel gefärbte, grell gegen die Umgebung abstechende Platten erscheinen, während in anderen Fällen der Nerv nur mit einem gefärbten Knopf in die hellgebliebene Masse übergeht. Letztere zeigt alsdann ein starkes Lichtbrechungsvermögen und einen eigenthümlich grünlichen Glanz, vielleicht herrührend von ganz geringer Goldaufnahme. In beiderlei Fällen aber gelingt es, bei stärkerer Vergrösserung in der anscheinend homogenen Masse die Anzeichen einer faserig dendritischen Structur zu entdecken. Ich betrachte daher diese Endigungen als identisch mit den bereits beschriebenen, und nur verschieden durch den Quellungsgrad der Grundsubstanz. Offenbar nähern sich gerade diese Bilder dem natürlichen Verhalten am meisten, weil hier die Quellung am geringsten ist.

Soviel von dieser Endigungsweise. Die zweite, von der wir zu reden haben, spielt eine bei Weitem untergeordnetere Rolle. Es finden sich nämlich einzelne Fasern, namentlich in Froschsehnen, welche pinselförmig in eine Anzahl sehr feiner blasser Aestchen ausstrahlen. Die letzteren sind mit wenigen spindelförmigen Kernen versehen und verlaufen über grössere Strecken des Präparates, ohne sich weiter zu verästeln. Sie endigen wahrscheinlich spitz. Besonders deutlich sind sie an Pikrinsäure-Präparaten. — Eine Beziehung zu den Sehnenzellen, ähnlich derjenigen, die zwischen Corneakörperchen und Nerven obwalten soll, habe ich weder an diesen Fasern, noch an den Sehnennerven überhaupt nachweisen können.

Was die Nervenendigungen in den Schwanzsehnen der Maus und des Kätzchens betrifft, so halten diese einigermaassen die Mitte zwisehen den bisher besprochenen beiden Typen. Auch hier findet ein Uebergang dunkelrandiger Fasern in blasse statt; das Ramificationsgebiet dieser letzteren breitet sich bedeutend in der Längsrichtung der Sehne aus (bis zu 0·4 Mm., s. d. Holzschn. auf S. 408). Es entsteht aber nie jenes dichte, gestrüppähnliche Bild, wie wir es bei Amphibien und Reptilien gesehen haben. Interessant ist jedoch der hier sehr deutlich in die Augen fallende Umstand, dass die Endigung innerhalb der specifischen Sehnensubstanz, nicht etwa interstitiell ge-

schieht, sowie ferner, dass die Ramification je einer Nervenfaser sich streng auf das Gebiet einer einzigen Elementarsehne beschränkt. Dieser letztere Umstand trifft für die früheren Fälle nicht zu, denn Endigungen, wie die in Fig. 2 und 3 abgebildeten, sind räumlich viel zu ausgedehnt, um auf ein einziges Sehnenbündel bezogen werden zu können.

Es erübrigt nun noch, eine letzte Endigungsweise kurz zu besprechen, welche ich allein in der Sternoradialis-Sehne des Frosches nachzuweisen im Stande war. Dieselbe besteht in der Bildung von Terminalkörperchen, die ich mit Rücksicht auf ihre Form als „Sehnenendkolben“ bezeichne. Ich bemerke jedoch von vornherein, dass ich nicht im Stande war, für diese Gebilde eine irgend erhebliche Verbreitung nachzuweisen. Das Original der Fig. 4 befindet sich merkwürdigerweise in dem ersten Präparate, welches ich überhaupt angefertigt habe; seitdem konnte ich, in zahllosen Präparaten, nur noch ein sicheres und wenige zweifelhafte Objecte der nämlichen Art auffinden. Die Bedeutung dieses Misserfolges wird jedoch verringert durch den Umstand, dass bei allen Präparaten die Quellung durch verdünnte Säuren in Anwendung kam. Möglicherweise ist gerade dieser Vorgang für die in Rede stehenden zarten Gebilde verderblich, so dass dieselben für die Untersuchung verloren gehen. Diese Annahme ist um so weniger von der Hand zu weisen, als sich in jedem Präparate, nach welcher Methode es auch dargestellt sei, Endigungen vorfinden, die durch keines der beschriebenen Schemata enträthselt werden können, sich vielmehr augenscheinlich als Trümmer anderweitiger Bildungen darstellen. Möglicherweise werden andere Untersucher in diesem Punkte glücklicher sein.

Der in Fig. 4 abgebildete Endkolben hat eine Länge von 147 μ und eine grösste Breite von 32 μ; bei dem zweiten, durch die Goldmethode gewonnenen Objecte betragen die entsprechenden Durchmesser 160 und 27 μ. Die Structur ist in kurzen Worten folgende: Die mit Kernen versehene Hülle des Körperchens entsteht als Fortsetzung des Perineuriums einer oder mehrerer Nervenfasern; sie ist ausgezeichnet durch scharf contourirte, ring- oder spiralförmige Zeichnungen, welche offenbar

auf elastische Bestandtheile der Wandung zu beziehen sind. Die eintretenden Nervenfasern (1—3 an der Zahl) sind 4—5 μ stark, verlieren beim Eintritt ihre Markscheide und ziehen als blasse Fädchen von 1 μ Dicke innerhalb des Körperchens aufwärts, um mit bläschenförmigen Bildungen zu endigen. Die letzteren haben die Fähigkeit, sich durch Gold stark zu färben; ihre Gestalt ist länglich birnförmig, die Grösse sehr verschieden. In Fig. 4 hat das grösste eine Länge von 28 μ, eine Breite von 6 μ.

Was nun die Function der in den Sehnen enthaltenen Nervenfasern betrifft, so wird man dieselbe wohl mit Sicherheit als eine sensible bezeichnen können. Der Umstand, dass die durch Nervenreichthum ausgezeichneten Sehnen zu den besonders langen und dünnen gehören, scheint mir darauf hinzuweisen, dass hier Empfindungsorgane vorliegen, bestimmt, die Spannung der Sehne bei Muskelcontractionen anzuzeigen.

Es fallen somit die Sehnennerven in das Gebiet der für die Function des Muskelsinnes im Organismus bestehenden Einrichtungen.

Am Schlusse dieser Mittheilung benutze ich gern die Gelegenheit, Herrn Prof. Kühne, in dessen Institut diese Untersuchung angestellt wurde, für mannigfache wissenschaftliche Anregung, die ich von ihm genossen, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Berlin, im September 1875.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XI.

Vorbemerkungen. Der Vollständigkeit halber sind die Sehnenkörperchen mit abgebildet, und zwar entsprechend ihrem Verhalten in den Präparaten. Ich habe wohl kaum nöthig zu bemerken, dass hier gänzlich verunstaltete Formen vorliegen. Im Uebrigen habe ich die ursprüngliche Plattenform der Sehnenzellen an allen Objecten, die mir zu Händen kamen, bestätigen können.

Sämmtliche Zeichnungen sind mit Hülfe der Camera lucida angefertigt. Die römischen Ziffern bedeuten die Systeme, die arabischen die Oculare von Hartnack. — Bei Fig. 3 und 4 ist die Vergrösserung durch Ausziehen des Tubus gesteigert.

Fig. 1. Sehne des M. semitendinosus eines kleinen Frosches. 24 St. im Finstern mit Gerlach'scher Goldlösung behandelt. — IV. 3.
Die Zeichnung stellt die ganze Dicke der Sehne dar, aber nur einen Theil der Länge. In der Fortsetzung nach links hat man sich die Verbindung mit dem Muskel, nach rechts die Insertion am Knochen zu denken. Der eintretende Nerv besteht aus einer einzigen Faser, welche sich in einen zierlichen Endbusch auflöst. Die Zweige des letzteren zeigen zum Theil Spuren einer blassen Terminal-Verästelung.

Fig. 2. Aus der Sehne des M. sternoradialis eines mittelgrossen Frosches. In Salzsäure (1:1000) gequollen, 15 Min. mit Goldchloridkalium (1:1000) behandelt und der Reduction im Sonnenlicht überlassen. — V. 3. (1:160.)
Eine Nervenfaser geht mit 4 markhaltigen Zweigen in eine plattenartige, gefärbte Masse über. Die Färbung der letzteren besteht aus kleinen unregelmässigen, strich- oder sternförmigen Figuren, welche als Trümmer einer durch die Quellung der Sehnensubstanz zerrissenen, marklosen Ramification aufzufassen sind.

Fig. 3. Aus einer Sehne am Hinterbein der Eidechse (s. S. 406 u. S. 412.) Ungefärbtes Goldpräparat (Gerlach'sche Lösung, 24 Std.) — VIII. 3. Vergröss. 1:550.
Die Faser *a* ist kurz vor dem Uebergang in die Endigung durchrissen, die Zusammenhörigkeit der Fragmente aber unzweifelhaft. Die Endigung geschieht in der Weise, dass die markhaltigen Fasern sich gestrüppartig in eine grosse Anzahl feiner blasser Aestchen auflösen, welche sich dicht mit einander verfilzen. Innerhalb dieser Ramification erkennt man 3 granulirte Kerne. — Die Endigung des Astes *b* ist von ähnlicher Art, aber nur theilweis conservirt.

Fig. 4. Endkolben aus der Sternoradialis-Sehne des Frosches. Quellung in Salzsäure von 1:1000, 24stündige Färbung in Pikrinsäure (3 Tropfen einer concentrirten Lösung zu 7—8 Gr. Aq. dest.) VIII. 3. Vergröss. 1:550.
a, *b* und *c* sind markhaltige Nervenfasern, welche in das Körperchen eindringen und dabei ihre Markscheide verlieren. Namentlich die Faser *c* zeigt deutlich den Uebergang in einen blassen Faden, der innerhalb des Kolbens aufsteigt, um mit einer bläschenförmigen Bildung *d* zu endigen. Aehnliche Terminalbläschen, aber viel kleiner, finden sich bei *e*. Die Umhüllung des ganzen Körperchens besteht aus einer bindegewebigen Substanz, mit Kernen (bei *f*) und elastischen Bestandtheilen, z. B. bei *g*.

Zur Theorie des Sehens.

Von

Dr. Eugen Dreher.

Hierzu Taf. XII.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die Form eines Basreliefs bei längerem Betrachten mit einem Auge wiederum den Anschein eines Basreliefs gewinnt. Gleichzeitig erscheint die Ebene, in der die Vertiefung ausgeführt ist, beckenförmig eingesunken und das sich aus derselben erhebende Basrelief in veränderter Beleuchtung. Der Gedanke jedoch, dass man es mit einer Vertiefung und keiner Erhebung zu thun hat, vermag das Auftreten des Reliefs in den Hintergrund zu drängen. Wir sehen also hier eine Einwirkung unserer Willenskraft auf die Erscheinungswelt. — Sehr schwierig ist die Umkehrung dieses Falles; das will sagen: ein Basrelief als die ihm entsprechende Gravur zu sehen. Mir gelang dies nur bei untergeordneten, wenig hervortretenden Theilen der in Untersuchung gezogenen Reliefs; besser jedoch bei erhabenen Arabesken. — Es scheint hiernach, dass uns die Vorstellung einer Matrize viel schwieriger fällt, als die eines Reliefs. Dies brachte mich auf den Gedanken, eine Matrize photographiren zu lassen, in der Voraussetzung, dass dieselbe sich als Relief repräsentiren würde. Die Bilder der beigefügten stereoskopischen Photographie von der Form einer Palmette machen denn auch in der That einen reliefartigen Eindruck.

Hieraus sehen wir also, dass die Bilder, die von den Formen von Basreliefs aufgenommen werden, mit veränderter Lichtstellung in Reliefs umschlagen. Unter dem Stereoskop jedoch

documentirt sich die Zeichnung nach einiger Zeit deutlich als das, was sie ist, d. h. als eine Matrize.

Die zweite beigefügte stereoskopische Zeichnung ist eine Photographie nach einer Matrize von einem Petruskopfe.

Die Gravur erscheint hier gleichfalls als Relief, doch da die Vertiefung des Kopfes schon dem negativen Haut-Relief nahe kommt, so findet an dem beschatteten Schädel ein gewisser Kampf zwischen Hervortreten und Einsinken statt. Bei Anwendung des Stereoskops gelingt es, nach kurzer Zeit zn der deutlichen Vorstellung der Gravur zu gelangen. Betrachtet man die einzelnen Bilder der Gravur mit einem Auge, so tritt der beschattete Kopf nach einiger Zeit deutlich als Relief hervor.

Die dritte beigefügte Zeichnung ist die stereoskopische Aufnahme von dem entsprechenden Relief des genannten Petruskopfes. Mit Hülfe des Stereoskops empfängt man hier den unverkennbaren Eindruck des Reliefs. Betrachtet man hingegen die auf der Zeichnung gegebenen Bilder einzeln mit einem Auge, so ist nicht abzuleugnen, dass dieselben Neigung haben, in die entsprechende Gravur umzuschlagen, wobei das Medaillon eine convexe Gestalt annimmt; was gleichfalls dafür spricht, dass die Vorstellung einer Gravur uns schwieriger fällt, als die eines Reliefs.

Ausser der durch das Stereoskop (Spiegel- und Prismenstereoskop) erzielten Methode, eine stereoskopische Zeichnung körperlich zu sehen, giebt es nun noch zwei andere:

Die erste nämlich besteht darin, dass man einen Punkt, der sich vor der stereoskopischen Zeichnung befindet, fixirt; was dadurch leicht zu erreichen ist, dass man einen zwischen Zeichnung und Auge gehaltenen Bleistift fixirt. Von den hierbei auftretenden 4 Bildern verschmelzen 2 zu einem körperlichen, welches sich von dem Papier loslöst und allmälig in die Höhe bis an den Bleistift steigt. Hierbei tritt eine allmälige Verjüngung des Bildes ein, welche ihr Ende dann erreicht hat, wenn das Bild bis zu dem fixirten Punkte gestiegen ist. Durch den Process der Verjüngung gewinnt das Bild an Schärfe.

(Das erste Mal gebraucht man zur Anstellung dieses Versuches längere Zeit, bei Wiederholung gelingt er leichter.)

Die zweite Methode stereoskopische Zeichnungen körperlich zu sehen, besteht darin, dass man einen Punkt, der sich hinter der Zeichnung befindet, fixirt, (was man dadurch leicht erreichen kann, dass man einen entfernten Gegenstand fixirt und alsdann eine stereoskopische Zeichnung vor die Augen führt.) Von den hierbei auftretenden 4 Bildern verschmelzen gleichfalls 2 zu einem körperlichen, welches jedoch trotz längerer Entfernung noch Grösse verändert. Dasselbe ist verschwommen, was dadurch hervorgerufen wird, dass durch die Fixirung eines entfernten Punktes die Krystalllinse für die Aufnahme eines näheren Bildes zu verflacht ist, welchem Uebelstande man dadurch abhelfen kann, dass man eine Convex-Brille aufsetzt oder bei Festhaltung des körperlichen Bildes die stereoskopische Zeichnung weiter vom Auge entfernt.

Die drei genannten Methoden, stereoskopische Zeichnungen körperlich zu sehen, beruhen alle darauf, dass man correspondirende Theile der stereoskopischen Bilder mit den Augen fixirt, wodurch dann die Bildchen auf correspondirende Theile der Netzhäute gebracht werden. Sie unterscheiden sich aber dennoch wesentlich von einander. Die letztgenannte Methode giebt dieselben Resultate als die durch das Stereoskop erzielten. Bei der erstgenannten Methode, wo man einen Punkt **vor** der stereoskopischen Zeichnung fixirte, sahen wir, dass das körperliche Bild diesem Punkte näher rückt und hierbei sich verkleinert. Die Verjüngung geht in dem Grade vor sich, wie es das Heraufrücken des Bildes innerhalb der Schenkel zur Spitze des Sehwinkels verlangt. Es wirft sich demnach die Frage auf: wodurch wird das Heraufrücken des Bildes nach dem fixirten Punkte, und wodurch wird seine Verjüngung bewirkt? Von dem Augenblicke an, wo die beiden auf der stereoskopischen Zeichnung gegebenen Bilder auf correspondirende Theile der Netzhäute fallen, vollzieht sich ein Gestaltungsprocess, der beide Flächenbilder allmälig zu einem körperlichen Bilde verschmilzt. Diesen Gestaltungsprocess können wir deutlich bei Anwendung des Stereoskops wahrnehmen. Er ist es, der uns

die Raumverhältnisse allmälig zu immer deutlicherem Bewusstsein bringt. (Bei einfachen Figuren vollzieht er sich schneller, als bei complicirteren.)

Da nun, während doch das körperliche Bild allmälig zu uns heraufrückt und sich verjüngt, sich nichts an den hierbei mitwirkenden materiellen Bedingungen ändert, so haben wir es mit einem Falle zu thun, der dem Causalgesetze der Natur, welches unter denselben Ursachen und Umständen gleiche Wirkung verlangt, zuwider ist; das will hier sagen, mit einer Erscheinung, die wir auf Kosten der Psyche zu setzen haben. Wir sind gewohnt, die Dinge dort zu suchen, wo sich unsere beiden Augenaxen schneiden, und so verlegen wir das durch die Verschmelzung entstandene Bild nach dem fixirten Punkte. Da hierbei sich die Grösse des durch die Zeichnung gegebenen Sehwinkels nicht ändert, so erscheint das Bild in dem Maasse verjüngt, wie wir es näher glauben.

Die Physiologie sucht seit längerer Zeit den Grund für solche, der Aussenwelt nicht entsprechende Constructionen der Psyche in unbewussten Schlüssen. Dass wir den aufgehenden Mond grösser sehen, als den im Zenith schwebenden, ist ebenfalls das Resultat eines unbewussten Schlusses. Die Folgerung lautet hier so: Bei aufgehendem Monde sind wir durch eine Menge dazwischen liegender Gegenstände, wie Dörfer, Waldungen u. s. w. von demselben getrennt; bei dem im Zenith stehenden trennt uns nur der Luftranm, in dem sich schlecht Anhaltepunkte finden lassen. Da aber in beiden Fällen die Grösse des Sehwinkels dieselbe ist, so setzen wir ihn das erste Mal weiter von der Spitze des Sehwinkels entfernt, was eine Vergrösserung zur Folge hat. — In gebirgigen Gegenden erscheinen bei einem hohem Gehalt an Wasserdampf in der Atmosphäre die Berge klarer und treten uns in Folge dessen näher. Der hohe Gehalt an Wasserdampf erleichtert dem Lichte den Zugang zum Auge, wodurch die Gegenstände deutlicher erscheinen, wodurch wir dann unbewusst schliessen, dass sie uns näher liegen müssen und sie bei demselben Sehwinkel in Folge dessen kleiner construiren. Bei neblichtem Wetter sehen wir die Gegenstände verschwommen, und aus umgekehrten Gründen

erscheinen sie uns in Folge dessen ferner und grösser. Auffallend ist, dass bei all diesen Fällen von Schlüssen gesprochen wird, die wir ausgeführt haben sollen, ohne von ihnen die geringste Erinnerung zu haben, ja noch mehr, die wir uns nicht einmal bei wiederholtem Experiment zum Bewusstsein bringen können. Da aber angenommen werden muss, dass diese Constructionen die Resultate von Schlüssen sind, so hat man diese Schlüsse als unbewusste bezeichnet. Nach unserer Anschauung kann jedoch ein Schluss nur bewusst erfolgen. Wollen wir unbewusste Schlüsse zulassen, so treten wir hiermit auf einen, den bewussten Seelenthätigkeiten fremden Boden.

Wer consequent sein will, muss hiernach zwei Arten von psychischen Thätigkeiten annehmen, und zwar solche, die sich bewusst, und solche, die sich unbewusst vollziehen. Nur die bewussten: Empfinden, Denken, Wollen, gehören unserm Ich an, während die unbewussten Thätigkeiten ihm gewissermassen fremd entgegentreten, was denn auf einen Dualismus der Seele schliessen lässt. Die unbewussten Seelenthätigkeiten haben einen constructiven Charakter und documentiren sich dem Bewusstsein einzig und allein durch ihre Producte; sie sind es, die uns mit der Aussenwelt in Verbindung setzen, da sie die Gegenstände, durch die wir erregt werden, in den Raum zurück verlegen; sie gehen allen unseren Sinneswahrnehmungen voran, und erwecken unser Bewusstsein zu Vorstellungen. Vielfach scheint die Erfahrung unseres bewussten Ichs auf dieselben, (wie wir bereits bei der Vorstellung von Relief und Gravur gesehen haben), einzuwirken.

Helmholtz nimmt an, dass die unbewussten Seelenthätigkeiten einst bewusst erfolgten und nur dadurch in unbewusste übergegangen sind, dass wir durch die Uebung ihrer so mächtig wurden, dass wir keine Aufmerksamkeit auf sie zu verwenden brauchen, uns also so nicht mehr zum Bewusstsein kommen. Als Beispiele führt er das Gehen, das Schlittschuhlaufen, das Violinspielen an. (Vergl. „Neue Fortschritte in der Theorie des Sehens von Helmholtz. III.)

Diese Theorie des Unbewussten von Helmholtz ist jedoch unhaltbar, und zwar aus folgenden Gründen: Erstens kann

ich mir Thätigkeiten, von denen Helmholtz annimmt, dass sie unbewusst verlaufen, jeden Augenblick zum Bewusstsein zurückrufen, wie z. B. das Gehen, wo ich mit Bewusstsein den Fuss aufhebe und ausstrecke, um vorwärts zu kommen. Nie und nimmer bringe ich aber die vorher besprochenen unbewussten Thätigkeiten mir zum Bewusstsein; nie und nimmer erfolgt z. B. das Umschlagen der Gravur ins Basrelief bewusst. Zweitens ist es ein Zeichen der unbewussten Seelenthätigkeiten, dass sie nichts bezwecken, was mit dem Bewusstsein zusammenhängt; während Gehen, Schlittschuhlaufen u. s. w. etwas bezwecken. Drittens erfolgen die von Helmholtz mit in das Gebiet des Unbewussten eingereihten Thätigkeiten gar nicht einmal unbewusst; nur ist unsere Aufmerksamkeit in einem so geringen Grade mit ihnen beschäftigt, dass sie Helmholtz sich als unbewusst vollziehend auffasst. Ein Beispiel möge das erläutern: Beim Mikroskopiren kommt es häufig vor, dass uns die sogenannten Mouches volantes stören. Oft wird es genügen, die volle Aufmerksamkeit auf das vorliegende Präparat zu verwenden, um hierdurch die störende Erscheinung zu beseitigen. Das will sagen: die Erregung, die jetzt noch die Mouches volantes in unserem Bewusstsein wachrufen, ist eine so geringe, dass sie uns wenig, fast gar keine Beschäftigung giebt. So drängen in unserm bewussten Seelenleben stets die Vorstellungen, auf die sich am meisten die Aufmerksamkeit wirft, die anderen in den Hintergrund, ohne dass diese deswegen aufhören, bewusst zu verlaufen.

Nachdem so der Begriff des Unbewussten festgestellt ist, wollen wir zu unsern Experimenten zurückkehren und sehen, wie weit sich das Unbewusste bei den durch den Sehsinn gemachten Wahrnehmungen bestätigt.

Ich nahm die stereoskopische Aufnahme von der Gravur des Petruskopfes und fixirte einen Punkt vor derselben. Es markirte sich das hierbei entstehende Bild deutlich als Matrize, blieb jedoch bei dieser Erscheinung nicht stehen, sondern verwandelte sich allmälig in ein Basrelief, welches so klar hervortrat, dass es unmöglich war, sich hierunter noch eine Matrize

vorzustellen. Hierbei nahm das Medaillon eine concave Gestalt an.

Jetzt machte ich denselben Versuch mit der stereoskopischen Aufnahme des Reliefs des Petruskopfes. Das hierbei entstehende körperliche Bild war ein deutliches Relief, welches sich längere Zeit auch als solches hielt, dann aber ganz allmälig in Gravur umschlug (das erste Mal in ca. 10 Minuten, später in ca. 4 Minuten). Das Medaillon bekam hierbei eine convexe Gestalt.

Diese beiden Experimente geben die glänzendste Bestätigung für die unbewussten Seelenthätigkeiten und zeigen gleichzeitig, dass der Eindruck, den ein Gegenstand unter denselben Bedingungen auf uns macht, ein veränlicher sein kann, constatiren somit den unbewussten Gestaltungsprocess, der allen sinnlichen Wahrnehmungen vorangeht und zeigen, dass dieser Gestaltungsprocess durch die Uebung einer Entwickelung fähig ist, so dass er sich bei wiederholter Anwendung nicht nur schneller vollzieht, sondern in vielen Fällen auch noch zu neuen Stadien der Entwickelung führen kann. Ausserdem ersehen wir wieder aus diesen Experimenten, dass die Vorstellung einer Gravur, das will sagen, die unbewusste Construction derselben unserer Psyche schwieriger als die eines Basreliefs fällt.

Wenn man hingegen einen Punkt hinter der stereoskopischen Zeichnung fixirt und hierdurch eine Verschmelzung der Bilder erzielt, so zeigt sich die Gravur als Gravur und das Basrelief als Basrelief, selbst bei fortgesetzter Betrachtung, d. h. also, wir sehen sie so, wie sie uns durch das Stereoskop gesehen erscheinen würden.

Es wirft sich demgemäss die Frage auf, durch welchen Umstand das veränderte Sehen bei Fixirung eines Punktes vor und eines Punktes hinter der stereoskopischen Aufnahme bedungen wird.

In dem Falle, wo wir einen Punkt vor der stereoskopischen Zeichung fixiren, ist das linke Auge auf das rechte Bild, das rechte Auge auf das linke Bild gerichtet, wodurch

also dem linken Sehnerv die für das rechte Auge bestimmte Aufnahme zugeführt wird, während umgekehrt die für das linke Auge bestimmte Aufnahme dem rechten Sehnerv übermittelt wird. In dem Falle hingegen, wo wir einen Punkt hinter der Zeichnung fixiren, werden die entsprechenden Bilder auch den entsprechenden Nerven vermittelt.

Wenn dieser angegebene Unterschied nun in der That maassgebend für die Verschiedenheit der angeführten Erscheinungen ist, so muss durch das Zerschneiden der stereoskopischen Aufnahme der Gravur und durch die Vertauschung der Bilder im Stereoskop uns die Gravur als Basrelief und umgekehrt das Basrelief nach Zerschneiden und entsprechender Vertauschung der Bilder als Gravur erscheinen. Dies findet auch wirklich statt, und zwar nach denselben Gesetzen, die wir vorher bei den Versuchen, wo wir einen Punkt vor der stereoskopischen Zeichnung fixirten, kennen gelernt haben. Das will also sagen, die Gravur erscheint zuerst als Gravur' schlägt dann ziemlich schnell in Basrelief über, und das Basrelief erscheint zuerst als Basrelief und schlägt sehr langsam in Gravur um.

Einfachere Figuren, wie Pyramiden, Kegel u. s. w. erleiden bei den angeführten Operationen entsprechende, aber schneller erfolgende Veränderungen; complicirtere hingegen, wie Gebäude, Landschaften u. s. w. sind ebenfalls von diesen Umschlägen nicht frei, doch erfolgt der Gestaltungsprocess hier äusserst langsam. Die lange Zeitdauer, welche die Veränderungen auf sich warten lassen, ist ein Hinderniss für ausführlichere Untersuchungen dieser Fälle. Hierbei mag noch erwähnt werden, dass es nicht nöthig ist, beim Ansehen des Bildes die Aufmerksamkeit auf dasselbe zu wenden, da der Umschlag selbst bei abgelenkter Aufmerksamkeit erfolgt, ein Umstand, der so recht das Unbewusste in diesen psychischen Operationen darlegt.

Ganz analoge Erscheinungen zeigt das von Wheatstone entdeckte Pseudoskop, wo durch eine Verbindung von zwei Prismen die für das linke Auge bestimmte Projection in das

rechte eingeführt wird, und umgekehrt die für das rechte bestimmte in das linke gelangt.

Wir sehen somit, dass die Psyche, falls sie durch beide Sehnerven erregt wird, in vielen Fällen einen Unterschied zwischen der Erregung des rechten und linken Sehhügels zu machen weiss.

Ein Viereck mit seinen beiden Diagonalen kann uns dreifach erscheinen;

1. als eine planimetrische Figur,
2. als eine dreiseitige Pyramide, deren eine Ecke uns zugekehrt ist, und
3. als dreiseitige Pyramide mit abgewendeter Ecke.

Die Auslegung der Form gehört in das Reich der psychischen Freiheit.

Wenn durch die beiden Sehnerven der Psyche stereoskopische Figuren zur Deckung zugeführt werden, so construirt sie **zuletzt** sich die Figur heraus, die einem Körper in der Aussenwelt zukommen würde, dessen Projection für das linke Auge der durch den linken Sehnerv zugeführten Zeichnung entspricht, während umgekehrt die Projection für das rechte Auge dem durch den rechten Sehnerv übermittelten Bilde entsprechen würde. **Anfangs** wird die Psyche bei ihrer Construction vielfach durch **unbewusst** nahe liegende Vorstellungen geleitet. — Ausserdem ist nicht zu verkennen, dass hierbei die Phantasie noch eine Rolle spielt, welche nach einigen Uebungen selbst Flächen zu Körpern verschmilzt, die eigentlich nicht verschmolzen werden dürfen.

So bestätigt sich denn, dass dem Sehen mit zwei Augen unbewusste Constructionen vorangehen, die uns erst zum Bewusstsein gelangen, wenn sich ihr Gestaltungsprocess vollzogen hat. Durch diesen unbewussten Gestaltungsprocess verschmelzen wir, wie schon angedeutet, beim binoculären Sehen zwei Flächenbilder zu einem Bilde, welches körperliche Dimensionen annimmt. Je häufiger wir diese Verschmelzung vollzogen haben, um so schneller geht dieselbe von Statten, so dass bei

bekannten Gegenständen oder solchen, die bekannten analog sind, der Verschmelzungsprocess und mit ihm das räumliche Auseinandertreten, d. h. das körperliche Sehen sich momentan zu vollstrecken scheint.

Auch mit einem Auge vermögen wir schon körperlich zu sehen, indem die unbewussten Seelenthätigkeiten das auf die Retina niedergelegte Flächenbild in den Raum zurückverlegen, wobei unbewusste Schlüsse mit Anhaltepunkte für die Entfernungen geben, die sich auf Vertheilung von Licht und Schatten, wie auf das Colorit der Gegenstände gründen. Am besten sehen wir dies, wenn wir ein gut ausgeführtes Landschaftsgemälde mit einem Auge betrachten. Allmählich erweitert sich hier die Fläche zum Raume und führt uns alle drei Dimensionen vor, die wir zu seiner Beurtheilung gebrauchen.

Wenn so das monoculäre Sehen schon ein körperliches ist, so ist das binoculäre hingegen ein erhöht körperliches, weil wir durch dasselbe mehr von den Gegenständen zu sehen bekommen, als es mit einem Auge möglich wäre. Ausserdem ist das binoculäre Sehen ein zuverlässigeres als das monoculäre, weil durch die Richtung der beiden Augenaxen mehr Anhaltepunkte für die Richtigkeit der Taxirung der Entfernung gegeben sind.

Allem Sehen, gleichviel ob es mit einem oder mit zwei Augen erfolgt, geht ein unbewusster Gestaltungsprocess voraus, welchem das Bewusstsein mit entsprechender Geschwindigkeit folgt. Die Uebung hat bei der bei weitem überlegenen Anzahl der Fälle, die uns im gewöhnlichen Leben aufstossen, die Zeitdauer dieses Processes auf ein Minimum reducirt. So kommt es denn, dass bei der schnellen Durchfliegung der einzelnen Stadien dem Bewusstsein nicht die Zeit gelassen wird, das Bild zu erfassen, und diese Erfassung erst dann eintritt, wenn der Gestaltungsprocess sein Ende erreicht hat, wodurch dem Bewusstsein die dazu nöthige Ruhe gewährt wird; so gewinnt es den Anschein, als ob die Gestaltung des Bildes sich momentan vollzogen hätte.

(Entsprechende Untersuchungen über Farben werden

später erfolgen, dieselben sind bereits skizzirt in einer Brochüre:

„Die Kunst in ihrer Beziehung zur Psychologie und zu der Naturwissenschaft. Eine philosophische Untersuchung von Dr. Eugen Dreher. (Gustav Hempel, Berlin, 1875.)“

Untersuchungen über das Gehirn.

Neue Folge.

Von

Dr. EDUARD HITZIG,
Professor in Zürich.

III.

Kritische und experimentelle Untersuchungen zur Physiologie des Grosshirns, im Anschluss an die Untersuchungen der Herren L. Hermann, H. Braun, C. Carville und H. Duret.

Die nachstehende Arbeit ist wesentlich polemischer Natur. Ihre erste Hälfte kann sich zum Glück ganz auf dem sachlichen Gebiete halten. Ihre zweite Hälfte nimmt aber die Personen der Gegner arg mit. Ich kann das bedauern, aber nicht ändern, und fühle mich nur durch gewisse, bei einer früheren Gelegenheit gefallene Aeusserungen bewogen, kurz auseinanderzusetzen, welches überhaupt meine Ansichten über diese persönliche Polemik sind.

Ich halte die landläufige Trennung von Person und Sache für ein Eintheilungsprincip, welches in der wissenschaftlichen Schriftstellerei nur eine beschränkte Anwendung finden kann, und factisch ungeachtet aller Declamation auch findet. Es kann dadurch weder bestimmt werden, was geschrieben und nicht geschrieben werden soll, noch wie geschrieben werden soll. Zwei andere Momente sind bestimmend, einmal die **Wahrheit**, dann die **Wichtigkeit** der Sache. Ist die Sache unwichtig, so sollte überhaupt nicht geschrieben werden. Ist sie aber wichtig, so tritt der Umstand, ob die Person des Autors oder

seines Gegners mit ins Spiel gezogen wird oder nicht, ob dabei fremde Empfindlichkeit verletzt wird oder nicht, ganz in den Hintergrund. Man verstehe mich, es handelt sich hier nicht um Politik, sondern um das was recht ist, die Wahrheit muss an den Tag.

So gewinnt eben das, was scheinbar nur den Einzelnen angeht, ein allgemeines Interesse — mehr als das hier auseinanderzusetzen der Ort ist. Aber einen Gesichtspunkt, der von manchem Referenten so lange vergessen wird, bis er eigene Erfahrungen gemacht hat, möchten wir doch in Erinnerung bringen. Sollte die in kleinen oder ohne böse Absicht geschehenen Dingen gern geübte Toleranz einmal durch die öffentliche Meinung zum allgemein gültigen Gesetz werden, so würde denn doch Leuten, welche es mit der Trennung von eigenem und fremdem Erwerb nicht sehr genau nehmen, zum Schaden der Gesammtheit das Leben gar zu leicht gemacht. Wie! wir sollten es nicht einmal sagen dürfen, wenn Jemand sich auf unsere Kosten bereichert; wir sollten schweigen, wenn derselbe uns vorwirft, wir hätten Untersuchungen verabsäumt, welche er gerade aus unseren Arbeiten abschreibt? Wir sollten schweigen, um ja Niemanden zu verletzen! Aber sind wir etwa nicht gekränkt und geschädigt worden, und wie vielen würde es ähnlich gehen, wenn so unklare Empfindungen zur Herrschaft kämen!

Als ich den gegen Carville und Duret gerichteten zweiten Theil dieser Arbeit schrieb, hielt ich mir, im Bewusstsein der mich bewegenden Empfindungen, immer noch die Maxime vor, nicht weiter zu gehen, als die Darlegung der Wahrheit erforderte. Wenn das Verfahren meiner Gegner nun dennoch in dem Lichte erscheint, wie es erscheint, so mag der Leser gern glauben, dass ich mir alle Detailmalerei noch mit Vergnügen versagt habe.

Die Arbeit L. Hermann's[1]) beginnt mit folgendem Satze:

„Meine Versuche hatten den Zweck zu entscheiden, „inwieweit der von verschiedenen Seiten erhobene Einwand „berechtigt sei, dass die Erfolge der Fritsch-Hitzig'schen „Reizversuche an der Hirnrinde nicht von Erregung der „Rindenstellen selbst, sondern von der tiefer gelegener Theile „herrühren."

Diese Entscheidung wäre nach Hermann in folgender Weise herbeizuführen:

„— — der Erfolg muss ausbleiben, wenn man die der „Electrodenstellung unmittelbar anliegende Hirnpartie func- „tionsunfähig macht. Diese Prüfung war die Hauptaufgabe „meiner Versuche.[2])"

Dem entsprechend zerstörte Hermann bei sieben Hunden unser sogenanntes Centrum für das Hinterbein theils durch Aetzung, theils durch Exstirpation, theils durch Combination von Aetzung und Extirpation, reizte von Neuem und da der Reizeffect nun nicht ausblieb, schliesst er seine Arbeit mit folgendem Satze:

„Ich schliesse mit der Behauptung, dass die Versuche von Fritsch und Hitzig, so interessant und schätzbar sie sind, zu keinerlei Schlüssen hinsichtlich der Functionen der Grosshirnrinde berechtigen.[3])"

Zur Begründung der vorstehenden Behauptung verwerthet Hermann noch eine Reihe anderer Argumente, welche wir später ins Auge zu fassen haben. Zuvörderst erhebt sich die Frage, einmal ob diejenigen, von Hermann beigebrachten Thatsachen, deren Feststellung er selbst als die Hauptaufgabe seiner Versuche bezeichnet, richtig sind, sodann ob sie, diesen Fall vorausgesetzt, das beweisen, was sie beweisen sollen.

Die erste Hälfte dieser Frage kann ich nun um so mehr bejahen, als ich darüber nicht nur eigene, wiederholt ausge-

1) Ueber elektrische Reizversuche an der Grosshirnrinde. Pflüger's Archiv, Bd. X, S. 77—85.

2) A. a. O. S. 79.

3) A. a. O. S. 84.

sprochene[1]) Erfahrungen besitze, sondern auch, wie man sehen wird, eine andere Möglichkeit gar nicht existirt, gleichviel wer mit seiner Ansicht von dem Zustandekommen der Reizeffecte Recht hat. Es ist also ganz richtig, dass nach Aetzung oder Abtragung der oberflächlichen Schichten unserer sogenannten Centra die elektrische Reizung fernerhin Zuckungen in den vorher bewegten Motoren setzt.

Die zweite Hälfte dieser Frage muss ich verneinen, und die Begründung meines Widerspruchs dürfte um so mehr ins Gewicht fallen, als es sich einfach um die Praemisse für den von Hermann angetretenen Beweis handelt.

Unter einer Bedingung würde die Hermann'sche Argumentation zutreffen, nämlich dann, wenn ich behauptet hätte, in der Rinde lägen motorische Centren, deren Function neben der vitalen organischen Erregung durch die elektrische Erregung ihrer eigenen Substanz und nur durch diese zur Anschauung gebracht werden könnte. Allerdings müsste dann folgerecht der Reizeffect mit dem Fortfall dieser Substanz erlöschen. Hermann hat nun wirklich diese Ansicht aus meinen Arbeiten herausgelesen, obwohl ich sie weder ausgesprochen noch jemals gehabt habe. Es liegt mir ob, das jetzt zu beweisen und dabei soll nicht verschwiegen werden, welcher Theil der Schuld an diesem Missverständniss etwa mich selbst trifft.[2])

Dass Hermann glaubte, Fritsch und ich hätten die erzielten Reizeffecte auf motorische Centra selbst bezogen, geht aus der ganzen Tendenz, insbesondere aber aus folgendem Passus seiner Arbeit hervor:

> „Der von den Verfassern und vielen Anderen „hieraus (Reizversuche) gezogene Schluss, dass an diesen „Stellen motorische Centra liegen, ist gänzlich unge„rechtfertigt. Ganz abgesehen von dem allgemeinen

---

1) z. B. auch in dem Centralblatt für die medic. Wissensch. 1874. 35. Nur benutzte ich den Daviel'schen Löffel, während Hermann sich eines Korkbohrers bediente.

2) Ich habe die Verantwortlichkeit für die Redaction der sämmtlichen in meinem Buche enthaltenen Abhandlungen zu übernehmen.

„Satze, dass man ein motorisches Centrum überhaupt nie „durch Reizversuche erkennen kann, ist der Einwand, dass „die Erfolge von Reizung tiefer gelegener Theile hergeleitet „werden können, nicht widerlegt.[1])"

Ich lasse nun gern dahingestellt, ob man motorische Centra erregen kann oder nicht, denn da ich denselben niemals Erregbarkeit vindicirt habe, so ist das für die vorliegende Streitfrage gleichgültig. Der Ausdruck „Centrum" ist in meinen Arbeiten promiscue mit Reizpunkt gebraucht worden, und was ich damit meinte, das habe ich sehr oft und ganz deutlich gesagt. So steht z. B. S. 11[2]) meines Buches, wo das ominöse Wort zuerst vorkommt, dass es nur der Kürze wegen gebraucht wird, und S. 58 Anm. heisst es ausdrücklich: „Der mit allem Vor„behalt gebrauchte Ausdruck Centrum hat nur zur Bezeichnung „der erregbarsten Stellen gedient."

Ausserdem brauche ich mich aber ebensowenig wie irgend einer meiner Widersacher an das Wort „Centrum" und was ich wohl damit gemeint haben könnte, zu klammern; denn ich habe meine Ansicht über das was etwa auf den Reiz geantwortet haben könnte, in meiner ersten hierher gehörigen Abhandlung ebenfalls höchst ausführlich und wie ich denke, hinlänglich klar auseinandergesetzt. Schon damals hielt ich Ausdrücke wie „Centrum", „Rinde", „oberflächliche Lage" u. dgl. für zu vage, um mich ihnen allein für immer anzuvertrauen, und zog es deswegen vor, ein für allemal auch die morphologischen Elemente auf ihre Erregbarkeit anzusehen, um keinen Zweifel über den Sinn meiner Redewendungen aufkommen zu lassen. Bekanntlich giebt es keine scharfe Trennung zwischen Rinden- und Marksubstanz des Gehirns, sondern die Markfasern bilden an der untersten Rindenschicht durch ihr Einstrahlen in die eigentliche graue Substanz eine Art von Uebergangszone, welcher möglicher und sogar wahrscheinlicher Weise gewisse Eigenschaften sowohl der weissen als der grauen Substanz zukommen.

---

1) A. a. O. S. 82. 83.

2) Alle Citate, bei denen nicht ausdrücklich Anderes gesagt ist, sind nach meinem Buche: „Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874. Hirschwald."

Auf diese Zone musste unter allen Umständen Rücksicht genommen werden, denn wenn die gangliöse Substanz nicht erregbar war, so wurde es sehr wahrscheinlich, dass gerade sie — weil von Markfasern führenden Schichten den Einströmungsstellen am benachbartesten den Angriffspunkt des Reizes abgäbe. Nun habe ich aber ebensowenig behauptet, dass die eigentliche Rinde — oder wie ich mich vorsichtiger Weise ausdrückte, — die gangliöse Substanz erregbar sei, als ich behauptet habe, dass ich Centren zu erregen vermöge. Hermann nimmt dies freilich an, denn er sagt: „Hitzig muss „sich die Lage seiner Centren an der alleräussersten „Oberfläche vorstellen; sonst könnte man seine Angaben vom „Ueberwiegen der Anode" nicht verständlich finden." Hier muss ich einen principiellen Protest einschieben. Meine Angaben über das Ueberwiegen der Anode waren lediglich objectiver Natur, frei von jeder Deutung, die Beschreibung dessen, was ich gesehen habe, und stehen darum für die Aussenwelt so lange in gar keiner Beziehung zu meinen Vorstellungen über Lage der Organe, welche gereizt wurden, bis ich selbst eine solche Beziehung herstelle. Es steht hingegen Jedermann frei, die Richtigkeit meiner Angaben zu prüfen, festzustellen, wo das erregte Organ liegt, und dann auf seine eigene Gefahr weiter zu schliessen. Ich glaube es genügt, wenn man, wie ich, mit Bezug hierauf sagt: „Wir ziehen vor, uns der Betrachtungen „über den Zusammenhang der zuletzt angeführten Erscheinun„gen zu enthalten,"[1]) um mich vor jeder Supposition von Ansichten zu schützen, ebenso wie es eigentlich genügen sollte, wenn ich sagte[2]): „Nehmen wir selbst an, der Beweis für Aus„lösung der fraglichen Bewegungserscheinungen durch die gang„liöse Substanz sei geliefert — und er ist es nicht,"[3]) um mich vor der Ansicht zu schützen, als hätte ich die Erregbarkeit gerade dieser gangliösen Substanz beweisen wollen.

Jetzt wolle der Leser sich aber vergegenwärtigen, wie klar und ausführlich ich[4]) meine Meinung über das was in die-

1) S. 16.
2) S. 25.
3) Im Original nicht gesperrt.
4) S. 25 f.

ser Beziehug bewiesen und nicht bewiesen ist, ausgedrückt habe:

„— — wenden wir uns zu der Erörterung der Frage nach „dem Werthe der grauen und der weissen Substanz für das „Zustandekommen der von uns beschriebenen Reizeffecte. „Wird die Frage in dieser Form gestellt, so dürfte es zu „einem Theile bereits jetzt möglich sein, sie befriedigend „zu beantworten. Wollte man aber statt der allgemeineren „Begriffe graue und weisse Substanz die Worte Fasern und „Zellen sich einander gegenüberstellen, so liesse sich auch „die Möglichkeit einer Lösung bisher nicht absehen. Denn „da sich in der grauen Substanz Fasern und Zellen untrenn-„bar mischen, ist eine isolirte Untersuchung der einzelnen „morphologischen Bestandtheile unausführbar. Selbst wenn „also der directe Beweis der Erregbarkeit auch für die „graue Substanz geführt worden wäre, würde man immer „noch einwenden können, dass nicht die Ganglienzellen, „sondern die zwischen ihnen verlaufenden Nervenfasern die-„ser Substanz den eigentlich erregten Theil abgäben. Für „den Augenblick steht die Frage so, dass wir durch die „oben angeführten Versuche über das Einstechen isolirter „Nadeln die Erregbarkeit der Marksubstanz hinlänglich be-„wiesen haben. Da nun die wesentlichen nervösen Bestand-„theile der Marksubstanz — die Nervenfasern — sich mit „den gleichen anatomischen Eigenschaften in die Rindensub-„stanz fortsetzen, liegt kein Grund vor, eine wesentliche „Aenderung ihrer physiologischen Eigenschaften eher anzu-„nehmen, als ihre anatomische Continuität durch neue Ge-„bilde unterbrochen wird. Aus diesem Grunde lässt sich „die Erregbarkeit eines Theiles der Fasern auch der Rinde „mit Recht voraussetzen. Ob dieselben nun allein oder ob „auch die Zellen erregbar sind, das ist, wie gesagt, mit „den bisherigen Mitteln nicht hinlänglich sicher zu ent-„scheiden.“

Fassen wir nun das in diesen Citaten Gesagte zusammen, so ergiebt sich als meine Meinung, die ich wirklich auch jetzt motivirt kaum besser auszudrücken wüsste:

1) Die Erregbarkeit der Marksubstanz haben wir bewiesen.

2) Die Erregbarkeit der Rindensubstanz können wir weder beweisen noch bestreiten.

3) Die Erregbarkeit des faserigen Theils der Uebergangszone halten wir — allerdings auf Grund einer Deduction — für wahrscheinlich.

Kurz und gut, der Angriff Hermann's, insoweit er die von mir angeblich behauptete Erregbarkeit von Centren oder die ganz oberflächliche Lage der erregten Theile betrifft, ist durchaus gegenstandslos. Ich bin deshalb auch der Besprechung des von Hermann aus der Widerstandsfähigkeit der Rinde gegen die Einflüsse der Luft hergeleiteten Einwandes überhoben.

Nun hatte ich oben gesagt, der Erfolg des Hermannschen combinirten Exstirpations- und Reizversuches sei unter allen Umständen nothwendig. Mir scheinen nur folgende Möglichkeiten zu existiren:

1) Entweder hätte Hermann Recht, die erregten Theile lägen in der Tiefe; dann ist natürlich kein Grund vorhanden, warum der Reizeffect bei Annäherung an dieselben aufhören sollte.

2) Oder ich hätte mit der Ansicht Recht, welche man bei mir zwischen den Zeilen lesen konnte, wenn man überhaupt dort etwas suchen wollte, die erregbare Substanz begönne in der Uebergangszone: so lag auch kein Grund vor, warum die Erregbarkeit nach Abtragung der Rinde, selbst incl. der Uebergangszone, aufhören sollte, denn die Erregbarkeit der Marksubstanz war ja besonders nachgewiesen worden, und die Uebergangszone würde ihre Erregbarkeit den Markfasern verdanken.

3) Endlich die von Hermann bei mir vorausgesetzte Ansicht wäre richtig gewesen, nämlich die oberflächliche Schicht wäre erregbar; so war schon a fortiori wegen der mehr peripheren Lage anzunehmen, dass auch das dazu gehörige Büschel von Leitungsfasern erregbar sein würde, selbst wenn der Beweis dafür nicht ausdrücklich geführt worden wäre. Daran hat Hermann allerdings wohl gedacht. Denn er sagt[1]): „Man

---

2) A. a. O. S. 83.

„kann nun weiter behaupten, nach dieser Zerstörung treffe der „Reiz noch motorische Fasern, die von dem zerstörten Centrum „ausgingen; aber wenn es solche Fasern in der Tiefe giebt, „wo bleibt der Beweis für das oberflächliche Centrum? Kann „nicht am unversehrten Hirn der Erfolg durch ebendieselben „tiefen Fasern erklärt werden?“ Gewiss kann und soll er das[1]), und der Beweis für oberflächliche Centra, von deren Existenz ich freilich nach wie vor überzeugt bin, konnte und sollte, wie man sehen wird, durch die Reizversuche allein überhaupt nicht geführt werden.

Bleiben wir indessen zunächst noch bei unseren Reizversuchen und den von Hermann gegen dieselben gerichteten Angriffen stehen. Wir finden da auf S. 77 folgenden Passus: „Niemand konnte sich beim Bekanntwerden dieser Versuche „des Staunens erwehren, dass die grosse Mehrzahl der erfahrensten und sorgfältigsten Experimentatoren eine so leicht „zu constatirende Erregbarkeit der Hirnrinde nicht blos über„sehen, sondern geradezu bestritten haben sollten, und dass „nach den Verfassern selbst die Erregbarkeit, was sonst uner„hört ist, auf elektrischen Reiz beschränkt sein soll. Der Ver„dacht lag ungemein nahe, dass die Verfasser ihre positiven „Resultate einer von den früheren vermiedenen oder nicht er„reichten Höhe der Stromstärken verdankten, durch welche in „der Tiefe gelegene motorische Apparate in Action gesetzt „wurden.“

1) Thatsächliche Berichtigung: Die Verfasser haben niemals behauptet, dass die Erregbarkeit auf elektrische Reizbarkeit beschränkt sein soll. Sie sagen vielmehr, es sei bewiesen, „dass auch centrale Nervengebilde „zunächst“ auf „einen unserer Reize antworten.“[2])

Vorher war es nämlich noch nicht bewiesen. Das heisst aber doch nicht, dass auf die anderen Reize keine Antwort folgt, sondern nur, dass die Antwort „zunächst“ noch nicht

1) Freilich nur, wenn ich darunter dasselbe verstehen sollte, wie Hermann. Es erschwert die Verständigung, dass er sich gar nicht darüber auslässt, wo er sich etwa diese tiefen Fasern und ihren Ursprung denkt.

2) S. 24.

gefunden ist. Dann steht aber S. 274[1]) der positive Erfolg eines Kauterisationsversuches referirt und in der dazu gehörigen Anmerkung heisst es: „Ueber die von mir angewandte Methode „der chemischen und mechanischen Reizung, sowie deren Re- „sultate werde ich an einem anderen Orte ausführlicher be- „richten.“

2) Wenn man wirklich Reizeffecte nur auf die elektrische Erregung eintreten sähe, was würde das ausmachen? Es wäre ja ganz gut möglich, dass die Einrichtungen im Grosshirn derart sind, dass neben den vitalen Reizen nur die Elektricität zu ihrer Bethätigung geeignet ist. Wir haben da eine unendliche Menge feiner Formelemente, deren Zusammenwirken unzweifelhaft gefordert wird, wenn etwas Sichtbares herauskommen soll. Wird dieses Zusammenwirken nothwendig erzielt, wenn ich mit einem Messer die Hirnsubstanz verletze oder ein Kauterium auf blutende Flächen applicire? Ist es nicht vielmehr mindestens ebenso wahrscheinlich, dass eine Summe von Elementen schon zerstört ist, ehe die andere gereizt wird? Von diesen Erwägungen ging ich bei dem Ersinnen meiner chemischen und mechanischen Reizversuche aus. Leider ist es mir noch nicht gelungen, deren Erfolg von Zufälligkeiten unabhängig zu machen, so dass ich die Methoden bis auf Weiteres besser unbeschrieben lasse. Andererseits benutzte und benutze ich diese Versuche nach Aussen hin auch zu keinerlei Schlüssen, ja nicht einmal zur Stütze meiner Ansichten über die excentrische Lage von motorischen Centren, und erhalte nur die Behauptung aufrecht, dass ich soweit als möglich entfernt war, die Erregbarkeit des Gehirns durch andere als elektrische Reize zu bestreiten.

3) „Endlich wird man fragen, wie es denn kam, dass so „viele frühere Forscher, darunter die glänzendsten Namen, zu „entgegengesetzten Resultaten gelangten.“ [2]) So fragten wir uns nämlich, und antworteten: sie haben wahrscheinlich nicht vorn

1) Ueber Production von Epilepsie durch experimentelle Verletzung der Hirnrinde.

2) S. 22.

sondern hinten trepanirt, weil das bequemer ist und weil das Vorurtheil von der Gleichwerthigkeit der Grosshirnsubstanz damals florirte. Hinten giebt es aber eben kein Resultat. Hermann nimmt freilich auf diese unsere Hypothese keine Rücksicht, nach ihm hätten vielmehr unsere Vorgänger keine so starken Ströme gehabt wie wir, oder sie hätten sie vermieden. Nun ich brauche wohl Hermann nicht an die Riesenketten zu erinnern, die schon von Ritter und seinen Zeitgenossen gebaut wurden, oder ihn darauf aufmerksam zu machen, welche Rolle der Rotationsapparat während der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts in den französischen Laboratorien gespielt hat. Hätte Flourens, Magendie oder Longet etwas von dem gesehen, was wir entdeckten, und ich wiederhole, sie hätten es sehen müssen, sobald sie am Vorderhirn gearbeitet hätten, so würden sie es ohne Zweifel um so eher gesagt haben, als die Lehre von der Stromvertheilung in den Leitern und den Mitteln zur Abstufung der Ströme damals noch recht sehr in den Windeln lag.

Hermann übersieht aber ausserdem ganz und gar, dass diese Autoren, und noch viele andere mit ihnen, nicht etwa die Erregbarkeit der Hirnrinde, wie er meint, sondern die „so leicht zu constatirende“ Erregbarkeit des Gehirns überhaupt bestritten haben. Ganz ebenso haben sie aber auch die, doch genau ebenso leicht zu constatirenden Erfolge localisirter Verletzungen bestritten. Es ist eben die immer wieder jung werdende Geschichte vom Ei des Columbus. Wenn man erst einmal weiss, worauf es ankommt, so ist es ganz leicht.

4) Haben wir denn endlich so gewaltig starke Ströme angewendet? Wenn man die Arbeit Hermann's liest, sollte man allerdings meinen, es sei dies unumgänglich nöthig, um einen Reizeffect zu sehen, und wir wären ohne die geringste Kenntniss von den Gesetzen der Elektricitätslehre blind in die gröbsten Schlingen gegangen. Nun was den letzteren Punkt angeht, verweise ich den Leser sehr ruhig, neben der angegriffenen, auf meine übrigen Arbeiten, von denen sich ja einige auch mit der Elektricitätslehre specieller beschäftigen. Ich habe nur einen directen Vorwurf Hermann's zu berichtigen, nach

dem es so aussieht, als ob ich dem Leitungsvermögen eines Körpers einen directen Einfluss auf die in ihm entstehenden ideellen Strömungscurven und Spannungsflächen zuschriebe. Dies ist mir gar nicht eingefallen, sondern ich habe nur behauptet: „da die von uns zu den beweisenden Experimenten „verwandten Ströme nur schwach waren (ein Satz, den Hermann leider übersehen hat), da die Substanz des Gehirns „einen sehr grossen Widerstand besitzt“ und „da endlich die „Entfernung der Elektroden von einander nur gering war, so „konnte u. s. w. die Stromdichte schon in sehr geringer Entfernung von den Einströmungsstellen nur eine minimale sein.“ Und das wird wohl gerade so lange wahr bleiben, als das Ohm'sche Gesetz und das von mir angezogene Gesetz von der Stromvertheilung.

Diese ganze Discussion dreht sich aber obenein um eine jeden praktischen Interesses bare, sogenannte Doctorfrage. Denn wir hatten die fraglichen Erwägungen ausdrücklich als aprioristische bezeichnet und gesondert von den directen Beweisen behandelt, deren Berücksichtigung ich bei Hermann vermisse.

Es besteht eine Differenz zwischen den thatsächlichen Angaben Hermann's und meinen eigenen rücksichtlich der nothwendigen Intensität der Ströme. Bei uns heisst es[1]) darüber: „Die Stromstärke war dabei so gering, dass metallische „Schliessung nur eben eine Gefühlssensation auf der mit den Knöpfchen berührten Zunge hervorrief.“ Dem stellt Hermann ganz unvermittelt, d. h. ohne meine Angabe anzuführen und zu bekämpfen, folgenden Satz gegenüber: „Die zur Erreichung „der Erfolge nöthigen Stromstärken waren sowohl bei constan„ten als bei Inductionsströmen überraschend gross, stets riefen „sie auf der Zunge sehr erhebliche Empfindungen hervor und „der constante Strom auf der Hirnoberfläche kräftige Gasbläs„chen-Entwicklung.“[2])

Hieran schliesst sich[3]) unmittelbar eine Bemerkung, die

1) S. 10.
2) A. a. O. S. 80.
3) A. a. O. S. 83.

gleichfalls behufs Formulirung eines Einwandes gegen uns vorgebracht wird, es sei manchmal ein kleiner Sulcus durch den wirksamen Bereich verlaufen, daraus geht wieder hervor, dass der wirksame Bereich bei Hermann ziemlich gross gewesen sein muss.

Dem gegenüber bedauere ich, einfach bei meinen früheren Angaben stehen bleiben zu müssen. Ich bin mit schwächeren Strömen ausgekommen, habe stets und laut gegen die Anwendung so starker Ströme für den vorliegenden Zweck protestirt und bestreite, dass bei der Stromstärke des Zuckungsminimums Sulci durch den wirksamen Bereich verlaufen, während das bei starken Strömen, welche Hermann für unumgänglich hält, allerdings auch von mir beobachtet und beschrieben worden ist. Uebrigens habe ich die Wirksamkeit schwacher Ströme so oft vor Physiologen von Fach demonstrirt und meine Versuche sind von so vielen Physiologen von Fach mit dem gleichen Erfolge wiederholt worden, dass ich der Entwicklung dieser Frage ruhig zusehen darf.

Allerdings müssen die Ströme unverhältnissmässig viel stärker sein, als wenn man einen isolirten Froschnerven vor sich hat. Ich habe Gelegenheit genommen, mich hiervon bei sonst gleicher Anordnung des Versuches ausdrücklich zu überzeugen, fand die Thatsache aber angesichts meiner Vorstellungen über die Möglichkeit der anatomischen Verhältnisse der hier in Betracht kommenden Gebilde nur selbstverständlich. Abgesehen von dem Einflusse der vorhandenen Nebenschliessungen müsste das zu erregende Organ, sei es nun ein Centrum oder der ideelle Querschnitt von Fasern, flächenhafte Ausdehnung besitzen. Unter keinen Umständen, selbst wenn das Organ ganz oberflächlich läge, könnte also diejenige Stromstärke ausreichen, welche in dem kürzesten Stromfaden aequivalent wäre der mittleren Stromstärke für das Zuckungsminimum des motorischen Nerven, sondern es war zu erwarten, dass die absolute Intensität des Stromes so lange gesteigert werden musste, bis jenes Aequivalent mindestens auch in den übrigen in das sogenannte Centrum (sit venia verbo!) fallenden Curven erreicht war.

Auch dann noch konnte der Reizeffect latent bleiben, denn die rein mechanischen Momente, unter denen eine Zahl der einschlägigen Bewegungen einherzugehen hat, sind hier ungünstiger, als bei dem Versuche am Froschpräparat. Dies gilt von den Extremitäten, namentlich von der Hinterextremität, mit der Hermann experimentirte. Ich habe schon früher hervorgehoben, dass wahrscheinlich aus diesem Grunde der Facialis leichter zu innerviren ist.

Bevor wir weiter gehen, habe ich noch die Frage zu beantworten, ob und welcher Theil der Schuld mir selbst an den Hermann untergelaufenen Missverständnissen zufällt. Ganz unschuldig bin ich daran nicht, das geht schon daraus hervor, dass Hermann weder der Erste noch der Einzige auf dem von ihm betretenen Pfade war. Thatsächlich habe ich an verschiedenen Stellen meines Buches kurzweg von Reizbarkeit, Elektrisirung und Reaction der Rinde gesprochen, z. B. Einleitung S. X : „Gerade die Art der elektrischen Reaction der Hirnrinde u. s. w.",[1]) S. 272: „berücksichtigen wir die Entwickelung jedes „einzelnen durch Elektrisirung der Rinde hervorgerufenen An„falles", und dergleichen Stellen mehr.

Ich gebe gern zu, dass das sehr wenig präcise und zu Irrthümern Veranlassung gebende Ausdrücke sind. Auch habe ich in meiner letzten, übrigens mehrere Monate vor der Hermann'schen erschienenen Abhandlung[2]) viel grössere Vorsicht beobachtet. Dort heisst es auch nicht mehr Centrum, sondern Reizpunkt, wenn das Wort auf die Resultate der elektrischen Erregung bezogen werden kann, obwohl es meiner Ansicht nach, wie wir sehen werden, dort gerade so gut Centrum heissen könnte. Indessen möchte ich denn doch darauf aufmerksam machen, dass ich ja an anderen Stellen auf das Ausführlichste auseinandergesetzt habe, wie ich mir die

1) Auf derselben Seite steht noch folgender Passus: „Daraus ist „wohl bei Manchem die Meinung entstanden, als ob ich — ausgehend „von den elektrisch reizbaren „Centren" u. s. w." Hier handelt es sich freilich nicht einmal um meine Meinung, sondern um eine rhetorische Fiction.

2) Untersuchungen über das Gehirn. Neue Folge. II. Dies. Arch. 1874. Heft 4.

Sache vorstelle, so dass es auf keinen Fall gerechtfertigt war, sich mit der Formulirung der bei mir vorausgesetzten Ansicht ohne Weiteres gerade an Redewendungen zu halten, die mit dem in ihnen vermutheten Sinne in directem Widerspruche mit jenen Erläuterungen standen. Wenn man nicht den Umstand berücksichtigen wollte, dass ich von Letzteren weder ausdrücklich zurückgetreten bin, noch auch Thatsachen beigebracht habe, welche eine Sinnesänderung motiviren konnten, so hätten doch diejenigen Autoren, welche einen Widerspruch bei mir vermutheten — und höchstens um einen solchen konnte es sich handeln — nur das Recht gehabt, darauf hinzuweisen, anstatt gerade auf Grund der zweifelhaften Stellen gar nicht vorhandene Ansichten anzugreifen.

Ich habe schon oben folgenden Satz Hermann's citirt: „Der von den Verfassern und vielen Anderen hieraus (Reizver-„suche) gezogene Schluss, dass an diesen Stellen motorische „Centra liegen, ist gänzlich ungerechtfertigt." Dem habe ich entgegengehalten, dass wir aus den Reizversuchen allein ja überhaupt nichts geschlossen hätten. Alles, was sich von Schlüssen aus den Reizversuchen auf die Function der „Rindencentra" vorfindet, steht auf S. 27 und beginnt mit folgendem Satze: „Gleichwohl lässt sich auf indirectem Wege[1]) „ein einigermaassen wahrscheinlicher Schluss (!) auf die Func-„tion, wenn auch nicht auf die Erregbarkeit des zelligen Thei-„les der Rinde ziehen." Man könne nämlich nicht einsehen, was die motorischen Fasern dicht an der Rinde anders sollten, als deren Function fortleiten. So könne man durch die Reizeffecte jener etwas von der Function dieser erfahren.

Den directen Weg, also den eigentlichen Beweisweg, haben wir aber doch auch eingeschlagen und folgenden Wegweiser dazu gesetzt: „Indessen giebt es einen anderen Weg, „die Frage nach der Bedeutung der einzelnen Theile der Rinde „experimentell zu lösen; es ist die Exstirpation circumscripter und genau bekannter Theile derselben."[2]) Also

1) Im Original nicht gesperrt.
2) S. 28.

nicht der Reizversuch, sondern der Lähmungsversuch löst uns experimentell diese Frage.[1]) Hermann hat eben das, was wir von der Erregbarkeit sagten, vollkommen mit dem vermischt, was wir von der Function bewiesen. Hieran tragen wir überall da, wo unsere erste Abhandlung citirt wird, nicht einmal formal irgend eine Schuld; denn in derselben sind selbst die Redewendungen nicht zu missdeuten.

Aber Hermann lässt auch nicht einmal die Exstirpationsversuche gelten. Denn „welche Vorstellungen soll man sich „von motorischen Apparaten machen, deren Wegfall in etwa „14 Tagen — — anscheinend spurlos wieder ersetzt wird."

Nun einmal ist die Thatsache irrthümlich; denn Hermann's Thiere waren 14 Tage nach der Verletzung noch krank, wenn er ihnen wirklich 1—1½ Cm. tief Hirnsubstanz herausgenommen hatte,[2]) und zweitens werden sich auch diejenigen Physiologen, welche es noch nicht thaten, wohl an die den Pathologen längst bekannten Erfahrungen über auffällig schnelle Restitution verloren gegangener centraler Functionen gewöhnen müssen.

Darin läge also überhaupt kein Grund zu der Annahme Hermann's, „dass tiefer gelegene Theile durch die Nähe der „Verletzung und eine von ihr sich ausbreitende entzündliche „Veränderung vorübergehend in ihren Functionen gestört sind."[3]) Ausserdem geräth Hermann mit dieser Annahme durchaus auf den Weg der Deduction, der Hypothese. Freilich kann er mir die im Voraus acceptirte Pflicht des directen Beweises zuschieben. Aber da ihm „jede Thatsache, die hier mitspricht, „von so enormer, ich möchte sagen mehr als physiologischer „Wichtigkeit"[3]) ist, so hätte es doch vielleicht auch für ihn der Mühe gelohnt, die für die Stütze seiner Hypothese nothwendigen Thatsachen beizubringen, selbst wenn ihn dazu nicht der Umstand bewog, dass er im Begriff war, über eine fünf Jahre lang fortgesetzte Arbeit über die Functionen der Grosshirnrinde

1) Vgl. auch dies Arch. 1874, Heft 4, S. 393. „Ausgehend von „diesen Versuchen (Lähmungsversuche) hatte ich unter Benutzung der „Reizversuche den Schluss gezogen u. s. w."

2) Vgl. hierzu meine verschiedenen Arbeiten über Lähmungsversuche.

3) A. a. O S. 84.

das vernichtende Endurtheil zu fällen, „dass sie zu keinerlei „Schlüssen hinsichtlich der Functionen der Grosshirnrinde be„rechtige.“[1])

Schwer war die Aufklärung durch den directen Beweis eben nicht zu finden, ja sie war sogar eigentlich in den Hermann vorliegenden Schriften bereits vorhanden. Es heisst da nämlich mehrfach, dass oberflächlich an der Hirnrinde verletzte Thiere unmittelbar nach der Operation die betreffenden Erscheinungen gezeigt hätten. Nun müsste das eine curiose und jedenfalls schon makroskopisch erkennbare Entzündung sein, die sich in wenig Minuten von der Oberfläche bis weit in die Tiefe ausbreitete, und wenn die unbestimmte Fassung Hermann's auch die Auslegung zulässt, sie brauche nicht weit in die Tiefe zu steigen, sondern die Theile lägen oberflächlich, so fällt für diesen Fall das Streitobject weg.

Ausserdem beschäftigte sich aber eine meiner Arbeiten, die zwar zur Zeit der Publication Hermann's schon erschienen war, aber leider von ihm übersehen worden ist, speciell mit dem Studium des secundären Einflusses der Operation.[2]) Im Allgemeinen kann ich auf den Wortlaut der citirten Abhandlung einfach verweisen. Einige Hauptresultate möchte ich aber doch anführen. Von einer langen Versuchsreihe waren zwei Serien mit zusammen 14 Versuchen mitgetheilt, die sämmtlich sehr grosse Exstirpationen an dem nicht motorischen Theile des Vorderhirns betrafen. Alle Verletzungen lagen entweder unmittelbar an der Grenze des motorischen Theiles oder doch nicht gar weit ab, wie das durch die Kleinheit der Spitze des Vorderhirns bedingt ist. Nun blieben von diesen 14 Thieren 8 überhaupt frei von Störungen des Muskelbewusstseins, bei zweien war die Erscheinung unmittelbar nach der Operation vorhanden und rührte zweifellos von Nebenverletzungen her, bei zweien erschien sie am 2ten, bei einem am 4ten und bei einem am 5ten Tage. Und welchen autoptischen Befund gaben diese Ver-

1) A. a. O. S. 84.

2) Dies. Arch. 1874, Heft 4. Ich erfahre nachträglich durch persönliche Mittheilung, dass die angegriffene Bemerkung Hermann's sich nicht gegen meine Exstirpationsversuche richtet, sondern gegen die Deutung, welche man den seinigen geben könnte.

suche? Erklärten sich die Störungen aus Entzündungserscheinungen, welche in die Tiefe gegriffen hatten? Im Gegentheil, überall war das Wesentliche irgend eine Alteration des Gyrus *e* meiner Figuren. War die Alteration klein, so war die Motilitätsstörung klein, war die Läsion aber gross, so verhielt sich die Motilitätsstörung gerade so. Ob die Lage der Ersteren nun oberflächlich oder tief war, das machte weiter nichts aus, aber die kleinste secundäre Beeinträchtigung der Integrität des Gyrus *e* führte, auch wenn sie oberflächlich war, ebenso zu Störungen, wie die primären Verletzungen. Traten ferner diese Störungen gleich auf? Im Gegentheil, vielfach fehlten sie gänzlich und frühestens erschienen sie am zweiten Tage nach der Verletzung. Dennoch lag die Wunde nicht selten den „Centren“ ganz nahe. Sehr tief unter der Oberfläche dürfte der Angriffspunkt des elektrischen Reizes also auch nach diesen Versuchen nicht liegen. Uebrigens hat mich die seit dem Sommer 1874 betriebene mikroskopische Verfolgung dieser Frage auch ferner von der Unhaltbarkeit der Annahme einer Entzündung überzeugt.

Um indessen jeden Zweifel aus der Welt zu schaffen, habe ich folgenden Versuch schon in Berlin vielfach angestellt und nun hier in Zürich noch einigemal wiederholt. Man legt die Oberfläche des Gyrus sigmoides in der früher beschriebenen Weise bloss, stillt die Blutung, entledigt das Thier seiner Fesseln und constatirt, dass das Muskelbewusstsein der gegenüberliegenden Extremitäten intact ist. Sodann nimmt man ein ganz feines spitzes Scalpell, das 2 Mm. von der Spitze mit einem Wachskügelchen armirt ist, und sticht in ein Centrum für eine Extremität ein. Jetzt ist das Muskelbewusstsein einer oder beider Extremitäten gestört. Zwischen beiden Untersuchungen braucht keine halbe Minute an Zeit zu verstreichen, es braucht kein Tropfen Blut zu fliessen, und von Entzündungsvorgängen kann natürlich gar keine Rede sein. Der Versuch ist in seinem Erfolge so sicher und elegant, wie die Durchschneidung eines motorischen Nerven, namentlich wenn es gelingt, eine Extremität isolirt zu afficiren, was Glückssache ist. Selbstverständlich darf man nicht erwarten, dass diese Hunde nun gleich auf dem Dorsum pedis gingen oder gar zu Boden

fielen, sondern die Störung beschränkt sich, entsprechend der Kleinheit der Läsion darauf, dass man das Bein dislociren kann, ohne dass es sogleich reponirt wird.

Führt man aber mit dem armirten Messerchen einen seichten Schnitt parallel dem Sulcus cruciatus, oder scarificirt man die Rinde durch viele kleine Stiche, so kann man auch recht erhebliche Störungen zur Anschauung bringen.

Wollte ich in ähnlicher Weise wie Hermann es am Ende seiner Arbeit that, einen Schluss ziehen, so könnte es nur der sein, dass Hermann keine einzige Thatsache vorgebracht hat, durch die die von Fritsch und mir gezogenen Schlüsse auf die Function der Grosshirnrinde im Geringsten erschüttert worden wären.

Mehrere Missverständnisse finden ich in der, sonst gewiss sehr schätzenswerthen Arbeit von Braun.[1]) Einige von ihnen mögen bereits in meinem Buche „Untersuchungen u. s. w." ihre Berichtigung gefunden haben. Einige andere sollen hier erörtert werden.

1) Handelt es sich von Neuem um die vielbestrittene und behauptete Empfindlichkeit der Dura mater. Wir hatten[2]) bemerkt, „dass ihr eine gewisse Empfindlichkeit schon im phy„siologischen Zustande innewohnt, dass dieselbe sich aber nach „Eröffnung der Schädelkapsel sehr schnell steigert." Ferner sagten wir,[3]) dass die Hunde lebhaften Schmerz äussern, wenn die Dura leicht incidirt, mit der Pincette erfasst und bis zu den Knochenrändern abgetragen wird. Braun lässt das nicht gelten. Allenfalls giebt er die Möglichkeit zu, dass man eins der in der Dura verlaufenden Nervenästchen durch Druck beleidigen oder durch starken Zug an den Zipfeln der Dura Bahnen, z. B. des Trigeminus treffen könne. Letzteres halte ich

---

1) Beiträge zur Frage über die elektr. Reizbarkeit des Grosshirns. Eckhard's Beitr. Sep.-Abdr. 1874. Bd VII. 2.

2) S. 21.

3) S. 9.

nun schon für rein mechanisch unmöglich, wenigstens bei Manipulationen, wie ich sie anwende. Es ist aber auch physiologisch gar nicht einmal richtig, dass ein derartiger, obenein indirecter Zug an einem Nervenstamm Schmerzen auslöst. So konnte z. B. Romberg den Infraorbitalis des Pferdes dehnen und durch das untergeschobene Bistouri ausspannen, ohne Schmerzensäusserungen zu provociren.[1])

Was den ersten Punkt angeht, so bin ich natürlich auch nicht der Meinung, dass das Stroma der Dura empfindlich sei, sondern suche die Sensibilität in den sensiblen Nerven dieses Organs, gleichviel ob es Ausbreitungen oder die Stämmchen betrifft. Ich nehme auch nicht an, dass Braun keine Schmerzensäusserungen um deswillen sah, weil er etwa periphere Bahnen nach der Durchschneidung gereizt hätte. Sondern die Meinungsdifferenz kommt einfach daher, dass viele Hunde wirklich bei allen Beleidigungen der Dura still halten, während andere sich umgekehrt aufführen. Aber leider beweisen eben die Geduldigen nichts.

Jeder erfahrene Vivisector wird beobachtet haben, dass einzelne Thiere ein jämmerliches Geschrei ausstossen, wenn man sie festbindet, ohne ihnen dabei nennenswerthen Schmerz zuzufügen; dass sie dann aber die Zerschneidung der Weichtheile und die Trepanation ertragen, ohne einen Laut von sich zu geben, oder zu zucken. Ganz dasselbe ist auch bei Operationen anderer Körpertheile zu constatiren. Deshalb kann man aber doch nicht schliessen, dass diese Thiere derartige Eingriffe in den Verbreitungsbezirk ihres Trigeminus oder anderer sensibler Nerven nicht sehr unangenehm empfänden. Mir scheint vielmehr hiernach nur der Schluss gerechtfertigt, dass sie bei der Fesselung aus Angst schrien, und sich nachher in ihr Schicksal ergeben hatten.

Beweisend sind hier nur die positiven Resultate und diese sind so beweisend wie möglich. Man hat einen Hund trepanirt und die Kreisfläche der Dura liegt bloss. Jetzt berührt man ihr Centrum mit einem spitzen Skalpellchen, um sie aufzu-

1) Lehrbuch der Nervenkrankh. 3. Aufl. S. 940.

schlitzen, sofort erfolgt ein Satz und hat man nicht aufgemerkt' so ist die Pia verletzt. Man macht den Versuch ein zweites und ein drittes Mal und immer giebt es denselben Erfolg, wenn man sich nicht die erforderliche Geschicklichkeit angeeignet hat. Aehnliches ereignet sich dann, wenn man die Membran weiter abträgt. Wie soll man sich das Alles ohne Sensibilität der Dura erklären? Wenn übrigens Braun zugiebt, dass die Dura sensible Nerven führt, so ist damit eigentlich alles gesagt. Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass ja auch Leyden die Dura empfindlich fand und dass Pflüger mit seiner Angabe über die Empfindlichkeit des Splanchnicus mutatis mutandis genau dieselbe Erfahrung zu machen hatte, wie wir mit der unsrigen. Hoffentlich ist hiermit diese ziemlich nebensächliche Frage mindestens für einige Zeit aus der Welt geschafft.

2) meint Braun andere Resultate von der Reizung in der Aether-Narkose gesehen zu haben als ich, macht aber ganz genau dieselben Angaben. Ich kann mir gar keine vollständigere Bestätigung denken, als die seinige.

Ich sagte[1]: „Wenn man ein Thier so tief ätherisirt, dass „jede Spur von Reflexen aufgehört hat, so findet man die elek„trische Erregbarkeit des Gehirns theils erhalten, theils ver„loren. — — — Gab ich nun noch mehr Aether, so gelang es „für kurze Zeit, aber in der That nur für ganz kurze Zeit, „jede Reaction aufzuheben."

Braun sagt: „Was das Factum anlangt, so kann ich „mich Schiff anschliessen, indem während tiefer Betäubung „die Reizung in der That ohne Erfolg bleibt. — — — Uebri„gens scheint es mir sehr schwer zu sein, in dieser Beziehung „verlässliche Versuche anzustellen, da die Erfolge der Reizung „einer und derselben Hirnstelle während der Narkose oft und „mitunter sehr schnell wechseln."

Schwer ist es allerdings, aber um so mehr freue ich mich, dass wir zu so identischen Resultaten gelangt sind.

---

1) S. 37.

Die Leser meiner Arbeiten werden sich erinnern, dass ich schon mehrere Male an die Hrn. Carville und Duret in Paris Ermahnungen wegen der Art richten musste, wie sie mit meinem literarischen Eigenthum umzugehen beliebten.[1]) Wenn ich hierbei besondere Nachsicht walten liess, so geschah das theils in gerechter Berücksichtigung des Umstandes, dass die grosse Eilfertigkeit, mit der Hr. Carville seine so mannigfaltigen Untersuchungen veröffentlicht, ihm unmöglich erlauben kann, die von ihm besprochenen und wiederholten Arbeiten Anderer auch zu lesen, theils in der Ueberzeugung, dass Hr. Carville gewisse, bei unseren westlichen Nachbarn früher sehr verbreitete literarische Eigenthümlichkeiten auch heute noch in die Kategorie der „berechtigten" zählt.

Nun wäre ich zwar einer nicht geringen Heiterkeit meiner Leser sicher, wenn ich ihnen die literarischen Usancen der Hrn. Carville und Duret einmal im Zusammenhange schildern wollte, indessen verzichte ich um deswillen darauf, weil der sachliche Gewinn dieser Bemühungen doch zu gering ausfallen würde.

Mehrere Gründe bewegen mich aber, in höchst entschiedener Weise Einspruch zu erheben gegen den Hauptinhalt, gegen die Tendenz einer neuesten Publication der genannten Herren.[2]) Die Kühnheit und Beharrlichkeit, mit der sie sich, wie ich beweisen werde, wider besseres Wissen in den Besitz von fremdem Eigenthum setzen, erlaubt keine fernere Toleranz. Das von ihnen für ihr Unternehmen gewählte Journal, die „Archives de Physiologie", ist zu angesehen und zu verbreitet, als dass man sich fernerhin begnügen könnte, über die Hrn. Carville und Duret zu lächeln. Endlich erachten wir es für unsere Pflicht, im allgemeinen Interesse deutscher Arbeit wenigstens nicht ohne Widerspruch den freilich wohl kaum zu verhindernden Uebergang der Carville'schen Darstellung in die französische Literatur geschehen zu lassen.

---

1) Untersuchungen u. s. w. S. IX. Untersuchungen u. s. w. Neue Folge. II. S. 441.

2) Sur les fonctions des hémisphères cérebraux. Arch. de physiol. Sér. 2. T. II. Mai-Juillet 1875 p. 353—491.

Die Hrn. Carville und Duret hatten früher durch Versuche von sehr zweifelhaftem Werth zu beweisen gesucht, dass unsere Ansicht über die oberflächliche Lage der bei den Reizversuchen erregten Theile irrig sei. In ihrer neuesten Arbeit halten sie diese ihre Meinung nicht mehr aufrecht, aber hören wir in wortgetreuer Uebersetzung, wie sie nun vorgehen. „Es ist sonderbar, dass Fritsch, Hitzig und Ferrier Angesichts so zahlreicher Untersuchungen und der einstimmigen „Ansicht dieser ausgezeichneten Forscher (Magendie, Flou-„rens u. s. w.) nicht versucht haben, ihre Untersuchungs-Methode „auf einer soliden Basis aufzubauen. — — — Man ist erstaunt, „wenn man sieht, wie wenig diese Experimentatoren sich mit „der Lösung dieser Fragen (Stromschleifen) beschäftigt haben. „Kaum dass Hitzig diese Fehlerquelle ahnt.“ (Als wenn wir nicht S. 17—20 eine weitläufige Besprechung dieser Frage gegeben hätten und die ganze gegen Ferrier gerichtete Abhandlung nur auf Bestimmung des Werthes der Stromschleifen hinausliefe!) „Sie hätten Angesichts der von den alten Physiologen „angestellten Versuche die Vorschrift des Descartes befolgen, „d. h. das experimentelle Verfahren variiren müssen; das haben wir „gethan und wir haben es auf einem anderen Wege erreicht, die „Richtigkeit ihrer Schlüsse zu einem Theile (?) zu erkennen.“[1])

Und welches ist nun der andere Weg, auf dem die Hrn. Carville und Duret unsere Versäumnisse nachholten? Man höre und staune! „Um ihrem experimentellen Verfahren seinen „exclusiven Charakter zu benehmen und um durch eine andere „Methode ihre experimentellen Resultate zu verificiren, haben „wir Exstirpationen der durch die elektrischen Ströme aufge-„deckten Centren unternommen.“[2]) Das ist alles, wirklich alles.

Also weder ich in Gemeinschaft mit Fritsch[3]) noch spä-

---

1) A. a. O. S. 398, 399.
2) A. a. O. S. 433.
3) S. 28—31.

ter allein[1]), noch Nothnagel[2]), noch Schiff[3]), Niemand von uns hat soviel Intellect besessen, um die Reizversuche durch Lähmungsversuche zu ergänzen; es mussten erst die Hrn. Carville und Duret kommen, um uns zu zeigen, wie man eine Thatsache feststellt!

Aber vielleicht haben unsere Autoren alle diese Arbeiten nicht gekannt, sie haben einen, schliesslich verzeihlichen Irrthum begangen. Ja, wenn darüber irgend ein, auch nur der leiseste Zweifel bestehen könnte, so würde ich mich wohl gehütet haben, oben zu behaupten, sie hätten wider besseres Wissen gehandelt. Ich weiss sehr wohl, wie schwer dieser Vorwurf wiegt, aber ich halte ihn mit vollem Bewusstsein und aller Entschiedenheit aufrecht.

Handelte es sich um irgend welche andere Autoren, als gerade um die Hrn. Carville und Duret, so würde ich als Beweis für meine Behauptung den Umstand anführen, dass sie eine Arbeit schrieben, deren Titel lautet: „Critique expérimentale des travaux de MM. Fritsch, Hitzig, Ferrier"[4]), und dass in dem Aufsatz Fritsch-Hitzig die Untersuchungen beschrieben stehen, deren Unterlassung sie uns mit soviel Emphase vorwerfen. Ich würde anführen, dass ich der Société de biologie, in der Hr. Carville seine Vorträge zu halten pflegt, ein Exemplar der neuen Folge meiner Untersuchungen habe zugehen lassen, in welchen fortgesetzte Lähmungsversuche beschrieben sind, und in welchen durch einen besonderen Anhang die Hrn. Carville und Duret darauf aufmerksam gemacht werden, dass die von ihnen im Jahre 1874 in der Société de biologie als neu vorgetragenen Beobachtungen von uns schon im Jahre 1870 publicirt worden sind. Ich würde endlich anführen, dass die Hrn. Carville und Duret in ihrer jüngsten Arbeit sehr ausführliche Auszüge nebst Abbildungen aus meinem Buche in so weit es die, uns nun doch nicht mehr

1) S. 55 ff. u. S. 271 ff. Dies. Arch. 1874, Heft 4.
2) Virchow's Arch. Bd. 57.
3) Lezioni di fisiol. sper. etc. Sec. ediz. Firenze 1873. S. 536 ff.
4) Gaz. méd. 1874. No. 2.

zu entfremdenden Reizversuche betrifft, beibringen, und dass es nicht wahrscheinlich ist, dass sie bei der Gelegenheit die Lähmungsversuche nicht sollten gelesen haben. Indessen mit solchen, jeden anderen Autor in Verlegenheit setzenden Beweisen ist gegen diese Herren, wie wir am Schlusse dieser Arbeit sehen werden, nichts auszurichten. Es bedarf des Beweises durch ihre eigenen gesprochenen und geschriebenen Worte, und hier ist er.

Als die Hrn. Carville und Duret ungeachtet meiner Abmahnung fortfuhren, sich in der Société de biologie mit meinen Federn zu schmücken, hatte ich ein Schreiben an die Gesellschaft gerichtet, in dem ich auf dieses curiose Verfahren aufmerksam machte und sehr höflich um Aufklärung bat.[1]) Hrn. Carville's Erwiederung ist zu charakteristisch, um sie ganz zu übergehen, und so folge sie denn hier wörtlich: „Leur (Carville et Duret) note du 30. Oct. 1874 dit qu'ils ont employé un procédé déjà ancien, celui des ablations de diverses „parties des hémisphères, pour vérifier certains points en litige; „donc ils n'ont pas eu la prétention d'avoir les premiers fait „ces expériences.“ Natürlich hat es sich um die Methode ja gar nicht gehandelt, sondern um die Resultate, wie wir das (s. die Anm.) recht deutlich gesagt hatten, und deren Entdeckung diese Herren damals für sich in Anspruch nahmen. Aber darauf soll es jetzt nicht ankommen. Es kommt darauf an, dass sie überhaupt auf meine Reclamation geantwortet haben, folglich haben sie sie gehört.

Ferner citiren sie nicht nur mit der grössten Harmlosigkeit neben meinen Arbeiten auch Nothnagel's Lähmungsversuche und discutiren dessen Muskelsinn-Theorie, sondern sie

1) MM. Carville et Duret ont communiqué (séance du 10. Oct. 1874) des expériences sur la paralysie provoquée par des lésions de la substance grise du cerveau. Il semblerait, d'après la rédaction de leur note, qu'ils aient les premiers fait ces expériences. Cependant déjà en 1870 M. Fritsch et moi-même nous avions pratiqué ces vivisections et nous avions publié nos résultats, qui étaient très-analogues, si non identiques. Gaz. méd. 1875. 6. Févr. Aus dem Briefe von Hitzig.

übersetzen auch die Stelle bei Schiff, in der derselbe die Resultate unserer und seiner Lähmungsversuche ganz ausführlich beschreibt und sagt, er habe in unserer Beschreibung sofort die Aufhebung des Tastsinns erkannt[1]), folglich haben sie alles Nöthige, insbesondere, dass ich schon mit Fritsch diese Versuche gemacht hatte, mindestens bei Schiff gelesen. Ausserdem hat Hr. Duret die Arbeit Ferrier's, in der nachstehender Passus vorkommt, ins Französische übersetzt; „Fritsch and Hitzig ascertained that destruction of the centres, in which they had localised certain movements of the paw in dogs, caused a partial paralysis of the muscles set in action by galvanisation of the same centres.“[2]) Folglich hat Hr. Duret ausser bei Schiff auch bei Ferrier gelesen, dass wir schon in unserer ersten Arbeit jene Lähmungsversuche beschrieben hatten.

Endlich drucken sie sogar folgende Stelle: „Depuis ces „premières expériences Hitzig a exstirpé deux ou trois fois „chez des chiens le centre des mouvements des pattes et il „aurait vu la paralysie survenir; mais il est peu explicite sur „les caractères spéciaux de cette paralysie.“[3]) Alles das ist lauter Verdrehung der Wahrheit. Die Lähmungsversuche wurden nicht nur „seit“ sondern schon „in“ der ersten Arbeit publicirt, Carville und Duret wussten das, wie eben gezeigt worden ist, und wenn meine Schilderung so war, dass Schiff sofort einen prägnanten, wenn auch falsch gedeuteten Eindruck davon erhielt, sollte sie am Ende auch den Hrn. Carville und Duret deutlich geworden sein; ganz zu geschweigen davon, dass diese auch nicht ein Körnchen Neues zu unserer Schilderung hinzugethan haben.

Ja aber, wird der Leser, dem das auf S. 450 Citirte nicht mehr ganz gegenwärtig ist, fragen, worüber beklagst du dich denn eigentlich, wenn Carville und Duret nicht nur deine

---

1) A. a. O. S. 413—416.

2) Experimental researches. West Riding asyl. Rep. III, p. 77. Die französische Uebersetzung ist mir nicht zur Hand.

3) A. a. O. S. 434.

eigene Arbeit, sondern auch die bestätigenden Versuche von Schiff und Nothnagel citirten? Auf diese Frage haben auch die Hrn. Carville und Duret offenbar gerechnet, aber vielleicht nicht darauf, dass ich in der Lage sein würde, sie dem Leser anticipando zu beantworten. Sämmtliche in Rede stehende Arbeiten waren einfach nicht todtzuschweigen, weil Schiff so vorsichtig gewesen war, seine Versuche in Paris zu zeigen, weil darüber in der Société de biol. vor Carville discutirt worden war, weil Nothnagel's Versuche anlässlich der Arbeiten von Beaunis und Fournié auch in der französischen Presse zu viel erwähnt waren, und weil, mit Rücksicht auf uns endlich neben anderen Citaten französischer Autoren denn doch mein Brief an die Société de biol. hätte allzu unbequem werden können.

Mussten die Hrn. Carville und Duret also schon diese Arbeiten erwähnen, so hat sie das doch nicht gehindert, im Widerspruch mit den daraus hervorgehenden Thatsachen und mit doppelter Kühnheit die Behauptung aufzustellen, wir hätten unsere Reizversuche nicht durch Lähmungsversuche controllirt, wir hätten dies unterlassen, da wir kaum eine Ahnung von den möglichen Fehlerquellen gehabt hätten, erst sie hätten durch ihre Lähmungsversuche unsere bis dahin unbewiesenen Behauptungen sicher getellt.

Warum die Hrn. Carville und Duret so handelten, welche Absichten und Motive sie bewegten, das will ich nicht erörtern. Ich habe meine Feder ungern zur Feststellung der Thatsachen hergeliehen. Mit dem, was darüber hinaus ist, will ich nichts zu thun haben. Nur eins habe ich noch zu beweisen und das gehört gewissermaassen zu dieser Frage, nämlich dass die Hrn. Carville und Duret Leute sind, zu denen man sich der von mir geschilderten Handlungsweise versehen konnte.

Schon in ihren ersten Publicationen hatten diese Autoren versucht, unsere Arbeiten theils ganz todtzuschweigen, theils unsere Resultate dem Hrn. Ferrier zuzuwenden. Dasselbe

Verfahren ist auch, beiläufig gesagt, in der letzten Arbeit zur Anwendung gekommen, wie ich leicht beweisen könnte, wenn ich ein Gewicht darauf legte. Als ich mich nun in dem mehrerwähnten Briefe an die Soc. de biol. darüber beschwerte, erhielt ich folgende Antwort, die Herren hätten unsere Arbeiten gar nicht, sondern nur die des Hrn. Ferrier (welche freilich nur eine Wiederholung der unsrigen war), prüfen wollen. Also hätten sie auch gar nicht nöthig gehabt, unseren Antheil an diesen Versuchen zu berücksichtigen. Unsere Namen seien eben nur aus Versehen (à tort) in den einen Titel gerathen. Dieser Titel lautet aber: Critique expérimentale des travaux de MM. Fritsch, Hitzig, Ferrier!

Nach dieser persönlichen Auseinandersetzung wird man mir es hoffentlich nicht verdenken, wenn ich die vielfachen sachlichen Missverständnisse und Irrthümer, welche sich in der Arbeit der Hrn. Carville und Duret vorfinden, nicht gerade heute zur Erörterung heranziehe.

Die Savi'schen Bläschen von Torpedo.

Von

Prof. Franz Boll.

(Aus dem Laboratorium für vergleichende Anatomie und Physiologie zu Rom. Erste Mittheilung.)[1]

Hierzu Taf. XI.

Nach der Entdeckung Paolo Savi's ist die Gattung Torpedo durch den Besitz eigenthümlicher Organe ausgezeichnet, welche bisher weder in der Anatomie der anderen Selachier noch in der der anderen elektrischen Fische, des Malapterurus und Gymnotus, ein Analogon gefunden haben. Diese Organe, die Savi'schen Bläschen, sind jederseits in der Anzahl von etwa 100—120 vorhanden. Es sind vollkommen wasserhelle, rundliche Bläschen von 2—3 Mm. Durchmesser, die in dem gallertigen Bindegewebe von den Nasenöffnungen und weiter nach hinten zu zwischen dem äusseren Rande des elektrischen Organs und dem Flossenknorpel gelegen sind. Sie sind in regelmässigen Abständen auf einem feinen, flachen, sehnigen Bande aufgeheftet. In jedem Bläschen endigt ein feines Aestchen des N. trigeminus, welches durch einen in dem glatten Sehnenbande befindlichen spaltförmigen feinen Schlitz in den Grund des Bläschens eintritt.

Die Literatur über diese Organe ist nicht sehr umfangreich. Ihr Entdecker, P. Savi, hat mit gewohnter Sorgfalt ihre Vertheilung und ihre gröberen anatomischen Verhältnisse so eingehend beschrieben,[2]) dass in dieser Hinsicht den späte-

---

1) Verhandlungen der R. Accademia dei Lincei. Zweite Serie. Zweiter Theil. 1875.

2) Études anatomiques sur la Torpille. — In: Matteucci, Traité des Phénomènes électro-physiologiques des animaux. Paris 1844. S. 332.

ren Untersuchern (und auch mir) Neues hinzuzufügen nicht möglich gewesen ist. Mehr der Vervollkommnung bedürftig sind jedoch seine Angaben über die feinere Anatomie der einzelnen Bläschen, welche denn auch bald von seinen Nachfolgern corrigirt und vervollständigt wurden. Zwar beschränkt sich der nächste Forscher, der nach Savi diese Organe untersuchte, Rud. Wagner,[1]) noch einfach auf die Bestätigung der Angaben seines Vorgängers. Bald darauf aber werden in zwei gleichzeitig erschienenen Arbeiten von Leydig[2]) und H. Müller[3]) die Mittheilungen Savi's erheblich erweitert und berichtigt. Kölliker[4]) fügte hierzu die wichtige Entdeckung des Epithels, welches den Hohlraum der Bläschen auskleidet. Zum Abschluss gebracht wurde die Anatomie dieser Organe jedoch erst durch Max Schultze[5]) welcher nachwies, dass die Savi'schen Bläschen ein echtes Sinnesepithel enthalten, das sich anatomisch ganz analog verhält, wie das Sinnesepithel der Nasenschleimhaut, des Gehörorgans u. s. w.

Es möchte vielleicht überflüssig erscheinen, nach diesem von Max Schultze geführten Nachweis, der alles Wesentliche in der Anatomie dieser Organe aufgeklärt hat, hier noch einmal den wie es scheint bereits genügend erschöpften Gegenstand zu behandeln. Wenn ich mich trotzdem entschlossen habe, diese Organe noch einmal in aller Ausführlichkeit zu bearbeiten und eine vollständige anatomische Monographie über sie zu schreiben, — als ein vollgültiges Seitenstück zu einer anderen Arbeit, die ich früher über den Savi'schen Bläschen ganz ähnliche Sinnesorgane der Knorpelfische, die Lorenzini-

---

1) Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs im Zitterrochen. Abhandl. der Kön. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Bd. III. 1847.

2) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852. S. 47.

3) Verhandlungen der physik.-medic. Gesellschaft zu Würzburg. 1851. S. 134.

4) Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre. Verhandlungen der physikal.-medicin. Gesellschaft zu Würzburg. 1856.

5) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862. S. 11.

schen Ampullen der Selachier, veröffentlicht habe[1]) — so liess ich mich dabei von folgenden Ueberlegungen leiten. Einmal sind die Angaben M. Schultze's über diesen Gegenstand, wenn sie auch alles Wesentliche berühren, doch sehr aphoristisch gehalten und entbehren namentlich jeder Erläuterung durch Abbildungen: eine solche schienen mir aber diese interessanten und einzig in ihrer Art dastehenden Organe immerhin zu verdienen. Ferner bilden diese Organe ein ganz ausgezeichnetes Object, um eine allgemeine anatomische Frage von principieller Wichtigkeit mit grösserer Bestimmtheit zu entscheiden, als in den bisher untersuchten Sinnesepithelien möglich war, nämlich die Frage über die Verästelung der Nervenprimitivfasern in den Sinnesorganen. Endlich schien es mir wünschenswerth, da es sich hier um ein Sinnesepithel handelte, dessen histiologische Verhältnisse mit um so peinlicherer Genauigkeit festzustellen. als in neuester Zeit eine Stimme der Opposition gegen den in der histiologischeu Beschreibung der Sinnesepithelien überwiegenden Schematismus sich erhoben hatte.[2])

Die ersten orientirenden Vorstellungen über den Bau der Savi'schen Bläschen werden am Besten im frischen Zustande und bei Anwendung ganz schwacher Vergrösserung gewonnen. Wie Fig. 1 zeigt, sind die einzelnen Bläschen in regelmässigen Abständen auf einem sehnigen Bande aufgeheftet. Der Durchmesser der einzelnen Bläschen beträgt im Durchschnitt 2—3 Mm. Die grössten finden sich hinten zwischen dem äusseren Rande des elektrischen Organs und dem Flossenknorpel: hier sind auch die Abstände zwischen den einzelnen aufgereihten Bläschen am grössten. Vorne, in der Nähe der Nasenöffnun-

1) Die Lorenzini'schen Ampullen der Selachier. — M. Schultze's Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. IV. S. 375. 1868.

2) S. Exner, Untersuchungen über die Riechschleimhaut des Frosches. — Wiener akad. Sitzungsber. 1870. Bd. LXIII. Abth. I. Derselbe, Weitere Studien über die Structur der Riechschleimhaut bei Wirbelthieren. — Ebenda. 1872. Bd. LXV. Abth. III.

gen sind die einzelnen Bläschen am kleinsten und stehen am dichtesten neben einander.

Die Gestalt der einzelnen Bläschen ist unregelmässig kugelig. Constant ist ihr Längendurchmesser (so nenne ich den Durchmesser, welcher der Längsaxe des sehnigen Bandes parallel gerichtet ist) etwas länger als der senkrecht auf ihm stehende quere Durchmesser. Es empfiehlt sich zum Zwecke einer leichteren und deutlicheren Darstellung an den einzelnen Bläschen eine obere freie Wölbung, seitliche Flächen und eine untere Basis (Grund) zu unterscheiden, mit welcher das Bläschen auf dem Sehnenbande fest aufgeheftet ist. Im frischen Zustande sind die Wände des Bläschens prall gespannt und durchsichtig. Das Bläschen scheint ganz und gar mit einer plasmatischen Flüssigkeit angefüllt zu sein. Von der Mitte der Basis springt eine weissliche, warzenartige Hervorragung in den freien Raum des Bläschens vor, wie man bereits an unverletzten Bläschen durch die durchsichtigen Wände hindurch mit blossem Auge und noch besser bei Lupenvergrösserung warnehmen kann.

Diese leicht und bei der ersten Untersuchung zu gewinnenden Vorstellungen über den Bau der einzelnen Bläschen werden durch Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen und durch Anwendung conservirender Flüssigkeiten mehrfach erweitert und vervollständigt. Es ergiebt sich, dass das Bläschen eine vollkommen geschlossene Höhlung darstellt, deren Wand überall von einem einschichtigen Epithel und einer Bindegewebsschicht gebildet wird. So einfach diese Wand an der Wölbung und an den Seitenflächen des Bläschens beschaffen ist (wo sie nur aus einer ganz dünnen Bindegewebsschicht und einem sehr grosszelligen Plattenepithel besteht), so verwickelt ist ihre Configuration und anatomische Erscheinung an der Basis des Bläschens, wo die Bindegewebsschicht sehr erheblich an Dicke zunimmt und an die Stelle des Plattenepithels zwei unter sich verschiedene Arten Cylinderepithel treten.

Um eine Einsicht in dieses verwickelte Verhältniss zu gewinnen, empfiehlt es sich, die Savi'schen Bläschen 24 Stunden

der Einwirkung der verdünnten Osmiumsäure (1:1000) auszusetzen. Dann trägt man mit einer feinen Scheere die ganze obere Partie des Bläschenarms ab, so dass man nun frei von oben her auf den Grund des Bläschens herabblicken kann. Drei so behandelte Bläschen sind in Fig. 1 dargestellt. Man ersieht aus der Abbildung sehr gut eine Eigenthümlichkeit des sehnigen Bandes, auf dem die Bläschen aufgeheftet sind. Dieses abgeplattete Band zeigt nämlich in regelmässigen Abständen spindelförmige Verbreiterungen, deren Mittelpunkte mit den Centren der Bläschen zusammenfallen, welche stets auf diesen Verbreiterungen aufgeheftet sind. Blickt man nun bei diesen Präparaten von oben her auf den Grund der einzelnen Bläschen, so gewahrt man drei regelmässige dunkle Kreise, von denen der grössere genau die Mitte der Bläschenbasis einnimmt. Die beiden kleineren liegen in gleichen Abständen zu beiden Seiten des mittlern genau in der Richtung der Längsaxe des Bläschen. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass in den Bläschen zwischen elektrischem Organ und Flossenknorpel, die den grösseren Längendurchmesser besitzen (das gezeichnete Präparat gehört dieser Kategorie an), die Distanzen der kleinen Nebenkreise von dem mittleren Centralkreis grösser sind, als in den Bläschen in der Umgebung der Nasenöffnungen, in denen die Nebenkreise ganz dicht und bis zur unmittelbaren Berührung an den Centralkreis heranrücken. (Vgl. die Abbildungen Fig. 4 und 5, welche beide den Bläschen der letzten Kategorie entnommcn sind.)

Combinirt man mit dem Studium dieser Flächenansichten die Untersuchung seitlicher Ansichten, die am Besten durch Faltung der Bläschenbasis gewonnen werden, so gelingt es, wenn auch mit einiger Mühe, folgende definitive Vorstellung über die verwickelten Reliefverhältnisse der Bläschenbasis zu gewinnen. Die Basis des Bläschens ist nicht flach, sondern emporgewölbt, wie der Boden einer Weinflasche. Doch besteht die Complication, dass statt einer einzigen Wölbung deren drei vorhanden sind, eine grössere, centrale, und zwei kleinere Wölbungen, die in der Richtung des Längsdurchmessers in regelmässigen Abständen zu beiden Seiten der Centralkuppe gelegen

sind. Nur die Centralkuppe allein ist im frischen Zustande mit blossem Auge sichtbar: sie ist es, die als weisse warzenförmige Erhebung durch die Wände des Bläschens hindurchscheint. Die beiden kleineren Nebenkuppen entziehen sich im frischen Zustande der Beobachtung mit blossem Auge.

Alle diese drei Kuppen, die grössere wie die beiden kleineren, bestehen aus einem sehr gefässreichen und zähen Bindegewebe, dessen Fibrillen ausserordentlich gross und lockenartig geschwungen sind. Es ist dieses Bindegewebe sehr verschieden von dem sehr gefässarmen und derberen Bindegewebe, welches die Grundlage der Bläschenwand bildet. In der That scheint zwischen dem letzteren und dem die drei Kuppen bildenden Bindegewebe eine sehr lockere Verbindung zu bestehen. Wenigstens lassen sich die drei Kuppen als ein einziges zusammenhängendes Ganze sehr leicht, z. B. durch Zerzupfen mit Nadeln von der Bläschenbasis abtrennen und völlig isoliren. Namentlich geschieht dies leicht in den vor der Nasenöffnung gelegenen kleineren Bläschen, wo die Nebenkuppen dicht neben der Centralkuppe gelegen sind und die letztere fast unmittelbar berühren. Sehr viel schwerer im Zusammenhange zu isoliren sind die drei Kuppen in den durch einen grösseren Längsdurchmesser und eine grössere Entfernung der Nebenkuppen von der Centralkuppe ausgezeichneten Bläschen, die weiter nach hinten zu gelegen sind. Zwei derartige Präparate, beide aus den kleineren Bläschen der Schnauze entnommen, sind in den Abbildungen Fig. 4 und 5 wiedergegeben worden. Dass in diesen die Kuppen so vollkommen abgeflacht erscheinen, hat ausser in der reinen Vogelperspective auch noch in dem Drucke des Deckgläschens seinen Grund.

Diese verwickelten Reliefverhältnisse der Bläschenbasis werden etwas verständlicher, sobald man das ihre Oberfläche überziehende Epithel näher ins Auge fasst. Es ist oben bereits gesagt worden, dass während das Gewölbe und die Seitenflächen der inneren Bläschenoberfläche mit einem einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet werden, die Basis des Bläschens von Cylinderzellen überzogen wird, und zwar wurde bereits hinzugefügt, dass zwei verschiedene Arten von Cylinderepithel vor-

kommen. Ich will die eine Art das „indifferente Cylinderepithel“, die zweite das „Sinnesepithel“ nennen, Bezeichnungen, welche der weitere Verlauf dieser Darstellung zur Genüge rechtfertigen wird.

Diese beiden Epithelarten sind nun auf der Bläschenbasis constant in der Weise vertheilt, dass das Sinnesepithel allein den Gipfel der drei kuppenförmigen Wölbungen bekleidet, während der ganze Rest der Bläschenbasis von dem indifferenten Cylinderepithel überzogen wird.

Am Besten lässt sich diese Vertheilung der beiden Epithelarten an Goldchlorid- oder an Osmium-Präparaten (Fig. 2, 4, 5) übersehen, da die beiden genannten Reagentien das Sinnesepithel tief dunkel färben, das indifferente Cylinderepithel hingegen fast ungefärbt lassen. Das letztere, welches sich der bei Weitem grösseren Verbreitung erfreut, überzieht die tiefsten Stellen der Basis, den Fuss der drei calottenförmigen Wölbungen und die zwischen diesen befindlichen Thäler. Gegen die Seitenflächen des Bläschens verflacht es sich allmälig und geht in das dort befindliche grosszellige Plattenepithel über. Das Sinnesepithel hingegen ist auf die drei höchsten Kuppen der Wölbungen beschränkt und bildet mithin in jedem Bläschen drei von einander vollkommen getrennte, fast regelmässig kreisförmige Inseln, die allmälig von dem indifferenten Cylinderepithel umgeben werden, gegen welches sie sich ausserordentlich scharf absetzen (vgl. Fig. 4 und 5). An Osmiumpräparaten sind diese Inseln durch ihre tief dunkle Färbung ausgezeichnet. Die mittlere, grössere dieser Inseln hat 0·78 Mm., die beiden seitlichen kleineren je 0·27 Mm. im Durchmesser.

Ueber die Zellen, welche das indifferente Cylinderepithel zusammensetzen, ist wenig zu bemerken: sie sind alle nach demselben Typus gebaut. Die längsten Cylinderzellen finden sich in der unmittelbaren Umgebung der drei vom Sinnesepithel gebildeten Inseln, die kürzesten an der Peripherie der Basis, wo diese in die Seitenfläche des Bläschens übergeht.

Von diesem indifferenten Cylinderepithel ist das Sinnesepithel in mehrfacher Beziehung ausgezeichnet. Besonders interessante Resultate ergiebt die Untersuchung im frischen Zu-

stande in einem Tropfen Liquor cerebrospinalis des Zitterrochens oder einer 2½procentigen Kochsalzlösung,[1]) wobei jedoch zu bemerken ist, dass gute Präparate mit einer instructiven Profilansicht des betreffenden Epithels nur verhältnissmässig selten gewonnen werden, indem die durch Zerzupfen aus dem frischen Bläschen isolirten Knppen sich nur sehr schwer halten lassen und fast niemals zu bewegen sind, ein freies Profil zu zeigen, sondern sich meist hartnäckig so einstellen, dass ihre vom Sinnesepithel überzogenen Gipfel sich direct dem Objectiv des Mikroskopes zukehren. Immerhin gelingt es bei einiger Uebung und Ausdauer, diese Schwierigkeiten zu überwinden und Präparate zu erhalten, wie das in Fig. 7 wiedergegebene, welche ein durch Faltung gewonnenes Profil einer der seitlichen Sinnesepithelinseln darstellt. In der Centralinsel zeigt das Sinnesepithel übrigens vollkommen identische Verhältnisse.

Aus dem Fig. 7 mitgetheilten Präparate ersieht man zunächst, welch' eine scharfe Abgrenzung zwischen Sinnesepithel und dem dieses allseitig umgebenden indifferenten Cylinderepithel stattfindet. Von den einzelnen Zellen des Sinnesepithels ist im frischen Zustande nicht viel wahrzunehmen; doch gewinnt man wenigstens bereits den allgemeinen Eindruck, dass hier ausserordentlich lange und schmale Cylinderzellen vorliegen. Von den Nerven ist im frischen Zustande nichts zu sehen. Auf dem freien Rande des Epithels sieht man einzelne lange feine und starre Haare in die plasmatische Flüssigkeit, welche den Inhalt des Bläschen bildet,[2]) hineinragen. Diese von M. Schultze zuerst beschriebenen Haare sind ihrer grossen Fein-

1) Für die Gewebe des Zitterrochen leistet diese Lösung die gleichen Dienste wie die bekannte ¾procentige Kochsalzlösung für die Gewebe des Frosches. Ich habe die Concentration dieser Kochsalzlösung auf zweierlei Weise bestimmt, einmal durch den Geschmack (s. Keppler, das Unterscheidungsvermögen des Geschmacksinnes für Concentrationsdifferenzen der schmeckbaren Körper. Pflüger's Archiv u. s. w., Bd. II. S. 449), indem Kochsalzlösungen verschiedener Concentration mit dem Liquor cerebrospinalis verglichen wurden, und zweitens durch das Aufsuchen derjenigen Kochsalzlösung, welche die Blutkörperchen des Zitterrochen mikroskopisch am wenigsten veränderte. Beide Methoden führten übereinstimmend auf die 2½pCtige Kochsalzlösung.

2) Im frischen Zustande ist der klare Inhalt der Savi'schen Bläs-

heit wegen sehr schwer zu sehen. Sie scheinen mit einer etwas verbreiterten Basis der freien Oberfläche der einzelnen Epithelien aufzusitzen. Sie sind sehr zart und vergänglich und gehen in jeder fremden Flüssigkeit sofort zu Grunde, so dass es mir bisher noch durch keine Methode hat gelingen wollen, sie zu conserviren. Auch sind sie nur bei ganz frischen Thieren wahrnehmbar. Ich vermisste sie fast bei allen Torpedines, die 24 Stunden nach dem Tode und nach bereits gelöster Todtenstarre in meine Hände gelangten, d. h. bei der grösseren Mehrzahl aller Zitterrochen, die ich im Laufe des letzten Winters von dem Römischen Fischmarkte erhielt. Von ihrer relativen Anzahl und Verbreitung mag besser als jede Beschreibung ein Blick auf Fig. 7 eine Vorstellung erwecken. Doch ist hierbei zu berücksichtigen, dass auch dieses Präparat einem nur relativ, keineswegs aber absolut frischen Zitterrochen entnommen wurde, und es ist vielleicht nicht unrichtig, in absolut frischen Präparaten (wie ich sie leider in Rom niemals zu untersuchen Gelegenheit hatte), einen grösseren Reichthum an diesen Sinneshaaren anzunehmen.

Endlich ist noch einer anderen bereits von M. Schultze hervorgehobenen Eigenthümlichkeit dieses Sinnesepithels zu gedenken, welche ebenso wie die Sinneshaare nur der Betrachtung im frischen Zustande zugänglich ist. Das Epithel zeigt nämlich ganz deutlich einen gelben Farbenton, welcher mit der gelblichen Farbe des Sinnesepithels der Regio olfactoria vollständig übereinstimmt.

Schon die bisher aufgezählten Eigenthümlichkeiten weisen deutlich auf eine besondere physiologische Dignität dieses Epithels hin. Zur Gewissheit wird diese letztere durch die Feststellung seiner Beziehungen zu den Nerven der Bläschen.

Ein jedes Savi'sche Bläschen erhält ein feines Aestchen des N. trigeminus, welches von unten her durch einen feinen spaltförmigen Schlitz in dem glatten sehnigen Bande hindurchtritt und in das gefässreiche Bindegewebe der centralen Kuppe eindringt. Gewöhnlich zählt dieses Aestchen etwa 22 sehr

chen vollkommen flüssig. Längere Zeit nach dem Tode oder nach der Behandlung mit Reagentien treten in ihm regelmässig Gerinnsel auf.

starke Nervenprimitivfasern. Von diesen 22 Fasern bleiben gewöhnlich nur 10 zur Versorgung der centralen Epithelinsel zurück, während zwei feine Aestchen von je 6 Nervenprimitivfasern in die beiden seitlichen Epithelinseln hinübertreten. Dass die Verbreitung dieser Nervenfasern streng auf die drei Inseln des Sinnesepithels beschränkt bleibt und niemals in den Bereich des indifferenten Epithels übergreift, wird in besonders eleganter Weise durch Goldchlorid- oder Osmium-Präparate (Fig. 4 und 5) dargethan.

Die Verästelung der Nervenprimitivfasern unter dem Sinnesepithel der drei Inseln lässt sich am Besten an Goldchlorid-Präparaten studiren. Sie geschieht in der Centralinsel wie in den beiden Seiteninseln in ganz identischer Weise. Ich habe es vorgezogen, diese Verästelung in Fig. 6 nicht von der Centralinsel, sondern von einer der seitlichen Inseln darzustellen, weil in dem kleineren Objecte und bei der geringeren Anzahl der ursprünglichen Primitivfasern das Princip der Verästelungsweise besser zu übersehen ist. Dieses Princip ist ein sehr einfaches: es besteht in einer fortgesetzten dichotomischen Theilung der marklos gewordenen Nervenprimitivfasern.

Wenn man die durch M. Schultze's Buch über die Nasenschleimhaut angeregte umfangreiche Literatur der über die einzelnen Sinnesepithelien erschienenen Monographien kritisch durchmustert, so wird man finden, dass alle diese Arbeiten eine gemeinsame schwache Seite haben: die ungenügende Darstellung der Verästelungsweise der Nervenprimitivfasern, die das betreffende Sinnesepithel versorgen. Nur zu leicht war man geneigt, sich mit der schematischen Vorstellung einer peripherischen Zerspaltung oder Auflösung abzufinden,[1]) — einer Vorstellung, die mit der Lehre von der fibrillären Structur des Axencylinders in der bequemsten Uebereinstimmung stand.

Es ist hier nicht der Ort, diese Lehre ausführlich zu wi-

1) Zum Beweise des Gesagten brauche ich ausser auf M. Schultze's Buch über die Nasenschleimhaut nur auf meine eigene Abhandlung über die Lorenzini'schen Ampullen der Selachier zu verweisen, in welcher ich damals einen „Zerfall des Axencylinders in Fibrillen" annahm, — eine Ansicht, die ich jetzt nicht mehr theile.

derlegen. Ich will nur bemerken, dass eine Reihe von Thatsachen, die ich über den Ursprung des Axencylinders von den Ganglienzellen (im Lobus electricus und in den Spinalganglien von Torpedo) und über die peripherische Verästelung der Nervenfasern (in den electrischen Organen von Torpedo und Malapterurus) gesammelt habe, mir mit dieser Theorie absolut unvereinbar erscheinen, wie ich an einer andern Stelle auseinanderzusetzen gedenke. Hier will ich nur betonen, — was vor mir schon Todaro[1]) gethan hat — dass auch aus dem Verhalten der peripheren Nerven in den Sinnesepithelien, speciell in den Savi'schen Bläschen kein Grund für eine präformirte fibrilläre Structur des Axencylinders hergeleitet werden kann. Man sieht nämlich niemals einen Zerfall eines Axencylinders in Fibrillen, sondern ausnahmslos nur dichotomische Theilungen, deren Producte allmälig so fein werden, dass sie sich der Beobachtung entziehen (Fig. 6).

Um die Zellen des Sinnesepithels zu studiren, wurde die Maceration in verdünnter Chromsäure und die Osmiumsäure angewandt. Leider gab weder die eine noch die andere Methode besonders gute Resultate und bedauere ich namentlich aufs Lebhafteste, dass es mir mit keiner dieser Methoden gelingen wollte, die Sinneshaare zu conserviren und so mit Sicherheit die Zellenart festzustellen, welche durch den Besitz dieser Haare ausgezeichnet ist. Schon aus der Untersuchung im frischen Zustande war mit Sicherheit zu schliessen, dass auch in diesem Sinnesepithel, wie in den meisten andern, nicht eine einzige Zellenart allein, sondern zwei verschiedene Arten vorkommen: denn die vereinzelt über die freie Fläche des Sinnesepithels verbreiteten Haare weisen mit Sicherheit auf vereinzelte haartragende Epithelzellen hin, die zwischen der Masse der haarlosen Zellen vertheilt sein müssen. In der That wiesen auch die oben genannten Isolationsmethoden die Existenz zweier verschiedener Zellenarten innerhalb des Sinnesepithels nach. Von diesen sind die einen ausgezeichnet durch ihre

1) Contribuzione alla Anatomia e alla Fisiologia dei tubi di sensi dei plagiostomi. Messina 1870. — Della struttura dei plessi nervosi. Roma 1872.

grosse Feinheit, eine grosse Glätte der Contouren, ihre regelmässige Spindelform und durch den Besitz eines einzigen, stets unverästelten centralen Fortsatzes, welcher die charakteristischen Eigenthümlichkeiten einer feinsten Nervenfaser zeigt. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich diesen Zellen den Besitz der — leider nicht conservirbaren — feinen Haare zuschreibe und sie als Nervenzellen in Anspruch nehme. Die andere Zellenart, die ich Stützzellen nennen will, ist von variabler Form, hat rauhere Contouren und besitzt meist mehr als einen central gerichteten Fortsatz.

In Fig. 8 sind drei Nervenzellen zwischen dreizehn Stützzellen abgebildet.

Die vorliegende anatomische Untersuchung hat in das Dunkel, worin die physiologische Function der Savi'schen Bläschen sich hüllt, keinerlei neues Licht zu bringen vermocht.

Die Anschauung, welche in den Savi'schen Bläschen nur eine besonders differenzirte Form des Systems der Seitenlinie sieht, hat wenig Verlockendes. Werden doch schon bei den Selachiern die Lorenzini'schen Ampullen gleichfalls auf dieses System bezogen und schreibt man ihnen schon die identische Function zu, welche (der Hypothese nach) die Organe der Seitenlinie besitzen, nämlich den Fisch über die Bewegungen des umgebenden Mediums aufzuklären. Bei dem Zitterrochen würden nach dieser Hypothese mit Hinzukunft der Savi'schen Bläschen nicht weniger als drei versehiedene Organe der gleichen Function dienen: 1) die Organe der Seitenlinie, 2) die Lorenzini'schen Ampullen und 3) die Savi'schen Bläschen.

Die Hypothese Rud. Wagner's, dass die Savi'schen Bläschen bestimmt seien, reflectorisch die Thätigkeit des elektrischen Organs auszulösen, ist, wie ich nachgewiesen habe, unbegründet.[1])

1) Beiträge zur Physiologie von Torpedo. Dieses Archiv 1873. S. 92.

Die Hypothese, dass die Savi'schen Bläschen ein elektrisches Sinnesorgan darstellen, kann erst dann weiter discutirt werden, wenn die vergleichende Anatomie die Existenz — oder das unzweifelhafte Fehlen! — analoger Organe bei den beiden anderen elektrischen Fischen dargethan hat.

Rom, 30. April 1875.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. XIII.

Die ersten drei Figuren sind bei einfacher Lupenvergrösserung in zehnfachem Maassstabe der natürlichen Durchmesser gezeichnet. Bei den Fig. 4 bis 8 zeigen die römischen Ziffern die Nummern der Hartnack'schen Objective, die arabischen die der Oculare an.

Fig. 1. Drei Savi'sche Bläschen aus dem Zwischenraum zwischen dem elektrischen Organ und dem Flossenknorpel. Frisches Präp.

Fig. 2. Dieselben drei Bläschen mit Osmiumsäure behandelt und von oben gesehen. Die obere Wölbung der Bläschenwand ist mit einer Scheere abgetragen worden, so dass man auf den Grund der Bläschen herabsieht.

Fig. 3. Dasselbe Präparat, von dem die drei Bläschen ganz vollkommen abgetrennt sind. Man übersieht die Form des Sehnenstreifens und die darin befindlichen drei spaltförmigen Oeffnungen, durch welche je ein Nervenstämmchen hindurchtritt.

Fig. 4, 5. IV, 2. Zwei Osmiumpräparate. Man sieht die Vertheilung des Nerven in den drei vom Sinnesepithel gebildeten Inseln.

Fig. 6. VII, 3. Goldchloridpräparat. Vertheilung und Verästelung der Nervenprimitivfasern unterhalb des Sinnesepithels einer seitlichen Insel.

Fig. 7. VII, 3. Frisches Präparat, in einem Tropfen Liquor cerebrospinalis untersucht. Eine durch Faltung hervorgebrachte Profilansicht des Sinnesepithels einer seitlichen Insel. Man sieht die Sinneshaare.

Fig. 8. IX mit Immersion, 3. Durch Chromsäure von $^1/_{32}$ pCt. isolirte Zellen aus dem Sinnesepithel: drei Sinneszellen zwischen dreizehn indifferenten Zellen.

Untersuchungen über die Durchschneidung des Nervus olfactorius bei Fröschen.

Von

Dr. Giuseppe Colasanti.

(Aus dem Laboratorium für vergleichende Anatomie und Physiologie zu Rom. Zweite Mittheilung.)[1]

Die zahlreichen Experimentatoren der neueren Zeit, welche nach dem Vorgange von Waller Nervendurchschneidungen an lebenden Thieren ausgeführt haben, haben sich bei diesen Versuchen meist von zwei verschiedenen Gesichtspunkten leiten lassen. Sie haben entweder mikroskopisch den pathologisch-histiologischen Vorgang studirt, welcher in den von dem Centrum getrennten Nervenstrecken stattfindet, oder sie haben ihr Augenmerk auf diejenigen Veränderungen gerichtet, welche die anatomischen Elementartheile erleiden, in denen der durchschnittene Nerv endigt. Bei meinen Untersuchungen über die Durchschneidung des Nervus olfactorius bei Fröschen habe ich diese beiden Punkte gleichmässig in's Auge gefasst, und sowohl die Veränderungen der peripherischen Strecke als auch diejenigen der Endorgane des durchschnittenen Olfactorius untersucht.

Die einzigen in der Literatur vorkommenden Angaben über die Durchschneidung des Olfactorius bei Fröschen rühren von Schiff[2]) her, welcher auch bereits eine mikroskopische Untersuchung des durchschnittenen Nerven vornahm.

Die Operation selbst ist eine sehr einfache. Man sticht eine Staarnadel von oben her in den Schädel des Frosches ein,

---

1) Verhandlungen der R. Academia dei Lincei. Zweite Serie. Zweiter Theil. 1875.

2) Der erste Hirnnerv ist der Geruchsnerv. — Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre. 1860. S. 254.

genau in der Medianlinie zwischen den beiden Augäpfeln an einer Stelle, die etwa der Gränze zwischen dem vorderen und den beiden hinteren Dritteln des Augapfels entspricht. Durch seitliche Bewegungen der durch die knöcherne Schädeldecke eingeführten Staarnadel gelingt es an dieser Stelle stets ganz sicher die beiderseitigen Geruchsnerven zu durchschneiden. Ich habe bei meinen Versuchen entweder beide Nerven zugleich oder den rechten oder linken allein durchschnitten. Die operirten Frösche wurden aufbewahrt und in verschiedenen Zeiträumen (vom ersten bis zum neunzigsten Tage nach der Durchschneidung) untersucht. Hierbei wurde folgendermaassen verfahren: Zuerst wurde vorsichtig die Operationswunde präparirt und bei Lupenvergrösserung die vollständige Durchschneidung des N. olfactorius constatirt. In keinem von allen untersuchten Fällen war in der Operationswunde eine Vernarbung oder irgend ein anderer Heilungsprocess wahrzunehmen: selbst noch am 90. Tage nach der Operation bot die Wunde einen fast völlig frischen Anblick dar und war niemals eine Herstellung der Continuität weder im N. olfactorius selbst, noch im Bindegewebe, noch in der Knochendecke eingetreten. Auf diese makroskopische Betrachtung liess ich stets die mikroskopische Untersuchung der peripheren Aeste des durchschnittenen Nerven folgen. In Bezug auf diese stimmen meine Resultate ganz mit denen von Schiff überein, welcher schon feststellte, dass in den vom Centrum getrennten Verzweigungen des N. olfactorius überhaupt gar keine sichtbare Veränderung vor sich geht und dass diese sich von normalen Geruchsnerven unterscheiden. Allerdings glaubte ich in dem ersten Beginne meiner Untersuchungen eine pathologische Veränderung annehmen zu müssen. Die ersten von mir untersuchten Präparate enthielten ausserordentlich zahlreiche Fetttröpfchen, die zwischen den Nervenfasern eingesprengt waren, so dass hier eine wirkliche Fettinfiltration vorzuliegen schien. Im weiteren Verlaufe meiner Untersuchungen überzeugte ich mich jedoch bald davon, dass diese Fettinfiltration nicht als ein mit der Nervendurchschneidung im Zusammenhang stehendes pathologisches Phänomen anzusehen sei: denn es kamen mir bald durchschnit-

tene Nerven mit nur sehr sparsamen Fetttröpfchen vor, während andererseits normale und undurchschnittene Geruchsnerven eine sehr ansehnliche Fettinfiltration zeigten.

Diese Beobachtungen beweisen, dass jene Fettinfiltration nichts mit der Nervendurchschneidung zu thun hat und kein physiologisches Phänomen, sondern eine normal anatomische Erscheinung darstellt, die sehr beträchtlichen individuellen Schwankungen unterworfen ist. Soll ich über die Bedeutung dieser bisher noch von keinem Beobachter erwähnten Fetttröpfchen eine eigene Meinung äussern, so würde ich sie den Fetttröpfchen vergleichen, welche bei der Entwickelung der markhaltigen Nervenfasern zwischen den ursprünglich marklosen Axencylindern auftreten und das Material darstellen, aus welchen sich dann die Markscheiden entwickeln.[1]) Die Geruchsnerven des Frosches würden hiernach zu den embryonalen markhaltigen Nervenfasern in eine sehr nahe Beziehung treten, und als auf einer unvollkommenen Entwicklungsstufe zurückgebliebene Nerven anzusehen sein.

Es bieten also die durchschnittenen Nerven, (welche meist frisch in $^3/_4$procentiger Kochsalzlösung oder auch in Osmiumsäure untersucht wurden), wie bereits Schiff angegeben hat, keinerlei Unterschiede von den nicht durchschnittenen normalen Nerven dar. Ganz speciell habe ich bei meinen Untersuchungen darauf geachtet, ob in den durschnittenen Nerven jene Zerstückelung des Axencylinders nachzuweisen sei, welche neuerdings verschiedene Beobachter, z. B. Ranvier[2]) und Sachs[3]) bei durchschnittenen markhaltigen Nervenfasern beschrieben haben. Niemals habe ich jedoch etwas Aehnliches beobachten können, doch möchte ich aus diesen negativen Befunde nicht mit Schiff den Schluss ziehen, dass auch in den markhaltigen Nervenfasern niemals ein Zerfall des Axencylinders (Ranvier,

---

1) F. Boll, die Histiologie und die Histiogenese der nervösen Centralorgane. Berlin 1873, S. 123.

2) De la dégénérescence des nerfs après leur section. — Comptes-rendus 1872.

3) Von der Degeneration der Nerven nach Trennung ihrer Continuität. Dies Archiv 1874, S. 491.

Sachs) vorkommt, und dass auch in diesen der Axencylinder stets normal und unverändert bleibt. Es ist sehr wohl möglich, dass in dieser Beziehung ein durchgreifender Unterschied zwischen marklosen und markhaltigen Fasern stattfindet.

Indem ich nun zum zweiten Theile meiner Arbeit, zur Erörterung des Verhaltens der Endorgane des Geruchsnerven nach der Durchschneidung übergehe, muss ich zuvor einen Excurs auf das Gebiet der normalen Histiologie unternehmen, um festzustellen, welche anatomischen Elementartheile als die Endorgane des N. olfactorius anzusehen sind.

Bekanntlich hat Max Schultze[1]) im Jahre 1862 die Endigung des N. olfactorius in der Riechschleimhaut des Frosches dahin festgestellt, dass die feinsten Nervenfasern in die sogenannten Riechzellen übergehen. Diese Riechzellen sind nach Max Schultze ausser durch andere Merkmale durch den Besitz sehr langer feiner Haare (Riechhaare) ausgezeichnet. Neben diesen Riechzellen existiren in der Riechschleimhaut jedoch auch noch andere Zellen (indifferente oder Stützzellen), die sich von den Riechzellen durch den Mangel der Riechhaare unterscheiden.

Die Entscheidung über das Verhalten der Endorgane des Riechnerven nach der Durchschneidung wäre nun eben so leicht wie einfach, wenn diese Angaben Max Schultze's ganz und absolut richtig wären, in diesem Falle würde die blosse mikroskopische Untersuchung der Riechhaare und Riechzellen ausreichen, die Frage zu entscheiden. Leider dürfen jedoch die Angaben Max Schultze's nicht mehr als eine ganz sichere Grundlage für diese Experimentaluntersuchung angesehen werden, da neuerdings Exner in zwei Abhandlungen[2]) den von Max Schultze behaupteten schroffen Unterschied zwischen Riechzellen und indifferenten Zellen bestritten und das Vor-

---

1) Bau der Nasenschleimhaut. Halle 1862. — S. 32.

2) Untersuchungen über die Riechschleimhaut des Frosches. — Wiener akad. Sitzungsber. 1810. Bd. LXIII. I. Abth. — Weitere Studien über die Riechschleimhaut bei Wirbelthieren. — Ebenda 1872. Bd. LXV. III. Abth.

handensein von Uebergangsformen zwischen beiden Zellenarten behauptet hat.

Ich behalte mir vor, bei einer anderen Gelegenheit die Details dieser ziemlich verwickelten anatomischen Frage ausführlicher zu behandeln; hier sei nur gesagt, dass die Resultate meiner Untersuchungen im Allgemeinen sehr gut mit denen übereinstimmen, zu welchen Paschutin[1]) und Çisoff[2]) gelangt sind, welche durch Exner's Arbeiten veranlasst, diesen Gegenstand neuerdings wieder behandelt haben. Beide Beobachter halten gegen Exner die alte Vorstellung Max Schultze's von einem durchgreifenden anatomischen und physiologischen Unterschiede der Riechzellen und der indifferenten Zellen aufrecht. Wenn ich auch in dieser Hauptfrage mit Paschutin und Çisoff an der ursprünglichen Ansicht von Max Schultze durchaus festhalte, muss ich jedoch andererseits eine von Exner behauptete interessante Thatsache vollkommen bestätigen, die in den Arbeiten von Paschutin und Çisoff merkwürdiger Weise überhaupt nicht berücksichtigt wird, nämlich dass in der Riechschleimhaut des Frosches nicht bloss die Riechzellen, sondern auch die indifferenten Zellen haartragende Zellen sind.

Diese Thatsache lässt sich mit der grössten Sicherheit nachweisen: es muss daher der dichte Wald von Haaren, der die Riechschleimhaut des Frosches überzieht, angesehen werden als zusammengesetzt nicht allein aus den Riechhaaren, sondern auch aus denjenigen Haaren, welche auf der Oberfläche der indifferenten Zellen befindlich sind. Unter diesen Umständen kann die Untersuchung des die Riechschleimhaut überziehenden Haarwaldes in der Frage über das Verhalten der Endorgane des N. olfactorius nach der Durchschneidung nicht mehr zur Entscheidung führen: es ist vielmehr nothwendig, eine ganz specielle Untersuchung über die eigentlichen, auf den Riechzellen stehenden Riechhaare anzustellen.

1) Ueber den Bau der Schleimhaut der Regio olfactoria des Frosches. — Leipziger physiol. Arbeiten. 1872.

2) Zur Kenntniss der Regio olfactoria. — Centralblatt für die med. Wiss. 1874. S. 689.

Nach dieser Abschweifung kehre ich zu der Frage über das Verhalten der Endorgane des N. olfactorius nach der Durchschneidung zurück. Vor allem ist hier zu constatiren, dass eine Riechschleimhaut, deren Nerv vor einem oder vor 90 Tagen durchschnitten wurde, sich in Nichts von der Riechschleimhaut der anderen Seite unterscheidet, deren Nerv unversehrt gelassen wird.

Um die Riechschleimhaut des Frosches zu untersuchen, empfiehlt sich als die beste Methode, mit einer feinen Scheere den Theil der Membran abzutragen, welcher die auf dem Boden der Nasenhöhle sich erhebende knöcherne Hervorragung überzieht. Dieses Stück der Membran wird auf einem Objectträger in einem Tropfen $^{3}/_{4}$ procentiger Kochsalzlösung derart ausgebreitet und gefaltet, dass eine möglichst ausgedehnte Strecke freien Epithelrandes zur Beobachtung gelangen kann. Ein derartiges mit möglichst geringem Zeitverlust angefertigtes Präparat wird am besten mit der Hartnack'schen Linse No. VII untersucht, bei welcher Vergrösserung die einzelnen Haare und ihre Bewegungen vollkommen deutlich wahrzunehmen sind.

Die Haare, welche die Riechschleimhaut des Frosches bekleiden, zeigen in der Norm continuirliche und langsame Bewegungen, welche sich der Bewegung der Aehren in einem Kornfelde vergleichen lassen. Von der Bewegung echter Flimmerhaare unterscheiden sich diese Bewegungen ganz wesentlich durch ihre sehr grosse Langsamkeit, Schwäche und Zartheit.

Vergleicht man nun eine derart präparirte Riechschleimhaut, deren N. olfactorius durchschnitten war, mit einer andern, normalen, so lässt sich nicht der geringste Unterschied nachweisen. In beiden Präparaten erscheint der Wald der Haare gleich dicht, die Haare zeigen eine vollkommen identische Bewegung, und die eine Epithelschicht gleicht der anderen: niemals lassen sich im Epithel Zeichen einer Atrophie oder eines anderen pathologischen Processes nachweisen.

Um jeden Zweifel an der Richtigkeit dieser Thatsache auszuschliessen, habe ich ausser der Untersuchung im frischen Zustande auch noch andere Methoden angewandt, um festzu-

stellen, ob die Riechzellen nach der Durchschneidung des N. olfactorius unverletzt und unverändert persistiren. Durch Isolation in halbprocentiger Osmiumsäure oder in Chromsäure von $^{1}/_{32}$ pCt. gelang es mir, ganz identische Riechzellen mit Haaren sowohl von operirten wie von nicht operirten Fröschen festzustellen. Es ergiebt sich also als sicheres Resultat dieser Arbeit, dass nach der Durchschneidung des N. olfactorius des Frosches weder die peripherischen Verzweigungen des marklosen Geruchsnerven, noch seine Endorgane, die Riechzellen, nachweisbare Veränderungen erleiden.

Dieses letzte Resultat verdient von einem allgemeineren Gesichtspunkte aus betrachtet zu werden. Leider sind die in der Literatur vorligenden Angaben über das Verhalten der nervösen Endorgane nach Durchschneidung ihrer Nerven einander dermaassen widersprechend, dass sie bisher noch nicht die Formulirung eines allgemeinen Gesetzes gestatten.

Meissner[1]) beschreibt gewisse pathologische Veränderungen atrophischer Art bei Tastkörperchen, deren Nerven paralytisch waren.

W. Krause[2]) beschreibt eine Degeneration der Tastkörperchen bei einem Affen, dem er vorher die betreffenden Nerven durchschnitten hatte.

Langerhans[3]) hat zur Prüfung der Meissner'schen Angaben sehr eingehende Untersuchungen an paralytischen Gliedern angestellt: im Gegensatze zu seinem Vorgänger hat er niemals nachweisbare Veränderungen an den Tastkörperchen beobachten können.

W. Krause[4]) und nach ihm verschiedene andere Experimentatoren haben den N. opticus durchschnitten und festgestellt, dass nach dieser Operation die Stäbchenschicht der Retina gänzlich unverändert bleibt. W. Krause hat hieraus schlies-

1) Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Haut. — Leipzig 1853.

2) Die Terminalkörperchen der einfach sensiblen Nerven. — Hannover 1860. S. 67.

3) Zur pathologischen Anatomie der Tastkörper. — Virchow's Archiv XLV. S. 413 1872.

4) Die Membrana fenestrata der Retina. — Leipzig 1868.

sen wollen, dass die Stäbchen nicht als die Endorgane des N. opticus anzusehen seien. Andere haben aus derselben Thatsache den Schluss ziehen wollen, dass die nervösen Endorgane durch die Durchschneidung ihrer Nerven nicht verändert werden.

Neuerdings veröffentlicht Sokolow[1]) eine Arbeit, in welcher er behauptet, dass nach Durchschneidung ihrer Nerven die motorischen Endplatten eine Atrophie erleiden.

Den hier aufgezählten Beobachtungen schliesst sich jetzt das Resultat der vorliegenden Untersuchung an, dass nämlich die Riechzellen nach Durchschneidung ihres Nerven keine Veränderung erleiden.

Rom, 30. April 1875.

---

1) Sur les transformations des terminaisons des nerfs dans les muscles de la grenouille après la section des nerfs. — Archives de Physiologie. 1864. S. 308.

Ueber den Einfluss der Kälte auf die Entwickelungsfähigkeit des Hühnereies.

Von

Dr. Giuseppe Colasanti.

(Aus dem Laboratorium für vergleichende Anatomie und Physiologie zu Rom. Dritte Mittheilung.)[1]

Die Untersuchung der verschiedenen Umstände, welche einen Einfluss auf die Entwickelung thierischer Keime ausüben, hat schon eine Reihe von Experimentatoren beschäftigt. In Joh. Müller's Physiologie findet sich unter der Ueberschrift „Eierrespiration" eine grössere Anzahl von Arbeiten aufgeführt (Michelotti, über das Ei der Insecten, Viborg Erman, Schwann, Bischoff und Dulk über das Hühnerei), welche sämmtlich die Einwirkung verschiedener Gasarten auf die Entwickelung der Eier zum Gegenstand haben. Doch habe ich in der ganzen Literatur vor wie nach Joh. Müller keine Andeutung finden können über die Frage, welchen Grad von Temperaturerniedrigung die thierischen Eier ertragen können, ohne dass der Keim seine Entwickelungsfähigkeit einbüsst.

Um diese Frage zu entscheiden, unternahm ich im letzten Frühling eine Versuchsreihe, welche mich zu dem Resultate geführt hat, dass das Hühnerei sehr wohl eine Temperatur von —7 bis —10 Centigraden ertragen und vollkommen fest gefrieren kann, ohne die Fähigkeit zu seiner weiteren Entwickelung zu verlieren.

Bei diesen Versuchen verfuhr ich in folgender einfachen Weise: Ich vergrub Hühnereier, welche in dem Laboratorium

---

1) Verhandlungen der R. Accademia dei Lincei. Zweite Serie, Zweiter Theil. 1875.

selbst von befruchteten Hennen frisch gelegt waren, in eine Kältemischung, die nach der bekannten Vorschrift aus Eis und Kochsalz bereitet war. Bei den ersten Versuchen hielt ich es noch für nöthig, besondere Vorsichtsmaassregeln anzuwenden, um die Oberfläche des Eies vor der Berührung mit der salzigen Flüssigkeit zu schützen, die vielleicht einen besonderen schädlichen Einfluss auf die Entwickelung hätte haben können. Ich wickelte also zuerst die Eier entweder in Pergamentpapier oder brachte sie innerhalb eines sehr dünnwandigen Becherglases in die Kältemischung, um so die Einwirkung der Kälte allein unvermischt mit anderen vielleicht schädlichen Einflüssen, wie z. B. den des Salzwassers, untersuchen zu können. Bald aber überzeugte ich mich durch zu diesem Zwecke angestellte Centrolversuche, dass dem Salzwasser in der That keine schädliche Einwirkung zugeschrieben werden darf: Man kann zwei Stunden lang und noch länger ein Hühnerei in concentrirter Kochsalzlösung liegen lassen, ohne dass es seine Entwickelungsfähigkeit verliert. Auf Grund dieser Thatsache habe ich bei meinen späteren Versuchen das einfachste und sicherste Verfahren vorgezogen, die Eier ganz unmittelbar in der Kältemischung zu vergraben.

Bei jedem solchen, stets mit drei oder vier Eiern zugleich angestellten Versuche kommt es vor, dass das eine oder das andere der Eier seine Schale zerbricht: es ereignet sich dies jedoch nur mit der Minderzahl der Eier. Der Inhalt der zerbrochenen Eier war vollständig gefroren, vollkommen fest und hart; das Eiweiss war halbdurchscheinend und glasartig. Die Thatsache, dass stets nur die Minderzahl der Eier in der Kältemischung zerbricht, die grössere Anzahl aber ganz bleibt, habe ich mir in folgender Weise zu erklären gesucht: Die Luftblase, welche in jedem Hühnerei existirt, war in den zerbrochenen Eiern von einem zu geringen Volumen, als dass sie die durch das Gefrieren des Eiinhaltes eintretende Volumensvermehrung des letzteren hätte compensiren können: das gefrierende Ei musste also seine Schale zerbrechen; in den nicht zerbrochenen Eiern hingegen war die Luftblase gross genug, um für die durch das Gefrieren eintretende Volumsvermehrung des Ei-

inhaltes Platz zu gewähren. — Ich habe übrigens auch eines oder das andere der in der Kältemischung nicht zerbrechenden Eier eröffnet und mich überzeugt, dass ihr Inhalt ganz ebenso fest gefroren war, wie bei den zerbrochenen Eiern.

Die Eier wurden eine bis zwei Stunden in der Kältemischung gelassen und während dieser Zeit die Temperatur der letzteren durch ein neben den Eiern eingestecktes Geisslersches Thermometer bestimmt. Während des Versuches schwankte die Temperatur. Zuerst sank sie sehr schnell bis auf —7 oder auch wohl —10 Centigrade, auf welchem niedrigsten Temperaturgrade sie etwa 30—40 Minuten zu verharren pflegte. Nach dieser Zeit pflegte die Temperatur wieder langsam zu steigen, um gegen das Ende der zweiten Stunde des Versuchs —4 oder —5 Centigrade zu zeigen. Dann wurden die Eier aus der Kältemischung entfernt, mit reinem Wasser abgewaschen, abgetrocknet und in den Brütofen gelegt, dessen Temperatur zwischen 36 und 40 Centigrade betrug. Nach achttägiger Bebrütung wurden die Eier untersucht, und konnte ich in sämmtlichen Fällen die Entwickelung eines völlig normalen Hühnerembryo constatiren, der niemals auch nur die geringste Spur einer Anomalie darbot. Alle diese Embryonen glichen vollkommen denen aus anderen Eiern, welche gleichzeitig mit ihnen in den Brütofen gelegt waren, ohne vorher der Kältemischung ausgesetzt gewesen zu sein.

Es ergiebt sich also als das Resultat dieser Versuche, dass eine Temperatur von —7 bis —10 Centigraden, welche eine bis zwei Stunden anhält und den Eiinhalt in einen vollkommen festen Zustand überzuführen vermag, doch nicht im Stande ist, den Keim seines Lebens und seiner Entwickelungsfähigkeit zu berauben. Dieses von mir am Hühnerei festgestellte Factum steht im besten Einklange mit einer grossen Reihe anderer naturgeschichtlicher Thatsachen, welche sämmtlich zeigen, dass den Keimen der Organismen eine erheblich grössere Widerstandsfähigkeit zukommt, als den ausgebildeten Organismen selbst.

Rom, 20. Mai 1875.

Studien über Insectengehirne.

Von

Rabl-Rückhard.

Hierzu Tafel XIV.

I. Das Gehirn der Ameise.

Seitdem Leydig im Jahre 1864 das Studium des Gehirns der Arthopoden als „ein weites unangebautes Feld" bezeichnet hat, ist wenig auf diesem Gebiete weitergearbeitet worden. — Und doch konnte man sich aus einer solchen Arbeit nicht nur reichliche Frucht für die Morphologie versprechen, sondern namentlich auch hoffen, dass für die vergleichende Physiologie durch Darlegung der anatomischen Verhältnisse sich ein Boden gewinnen liesse, der, wenn auch erst in späteren Zeiten, seinen Ertrag liefern musste. — Ich erlaube mir daher in den folgenden Darstellungen einen bescheidenen Beitrag zu dem bereits Gewonnenen, das wir hauptsächlich dem genannten Forscher verdanken, hinzuzufügen.

Leydig beschäftigte sich eingehend mit dem Gehirn gewisser Hymenoptera. Bereits Dujardin hatte an denselben eigenthümliche complicirte Bildungen beschrieben, die er mit der relativ hohen Intelligenz dieser gesellig lebenden Insecten in Beziehung brachte. — Für eine Nachprüfung der gefundenen interessanten Thatsachen empfahl Ersterer namentlich das Gehirn der Waldameise (Formica rufa). Die Gelegenheit, während eines längeren Aufenthalts in Süddeutschland die in unsern Gegenden seltene grosse schwarze Ameise (Camponotus ligniperdus Latr.) in beliebiger Anzahl zur Verfügung zu haben, gab mir Anlass, zunächst dem Gehirn dieser Species meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. — Ich überzeugte mich aber als-

bald, dass Leydig nicht ohne Grund gerade die viel kleinere rothe Ameise empfohlen hatte, denn es gelingt sicher viel eher, Dank den dünneren Chitinbedeckungen des Kopfes, das Gehirn der letztern im Zusammenhang herauszupräpariren, als bei der grossen schwarzen Art. Dazu kommt, dass die Netzaugen bei jener verhältnissmässig viel grösser sind, als bei dieser, während die Stirnaugen bei Camponotus überhaupt vermisst werden.

Es ist nach einiger Uebung nicht schwer, diese Organe nebst den zugehörigen Sehnerven, im Zusammenhang mit dem Gehirn, aus der Schädelkapsel der rothen Ameise herauszuschälen. Bei der schwarzen Ameise wollte mir dies nie gelingen, obgleich ich sie in derselben Weise in absolutem Alkohol conservirt hatte, wie jene, und wenn ich zudem das Fehlen der Stirnaugen dieser Species berücksichtige, komme ich zu dem Schluss, dass der Species Camponotus ligniperdus auch die Nerven für die Stirnaugen abgehn.[1]) Trotzdem habe ich, entsprechend dem verfügbaren Material, meine Untersuchungen fast ausschliesslich an dieser Species gemacht, und die Figuren nach den aus dieser gewonnenen Präparaten entworfen, daher die Punktaugen und deren Nerven fehlen. Auf andere Unterschiede in den Grössenverhältnissen einzelner Theile des Gehirns beider Arten werde ich gelegentlich zu sprechen kommen.

Leydig beschreibt das „Gehirn" der rothen Ameise[2]) sehr eingehend und liefert dazu eine Zeichnung bei mittlerer Ver-

---

1) Erst nach Vollendung des Manuscripts dieser Arbeit kommt mir die neueste Veröffentlichung über die Ameisen zu Gesicht: Auguste Forel. Les fourmis de la Suisse. Bale-Génève-Lyon 1874. Seite 123, sagt auch er: Chez ces fourmis sans ocelles (C. ligniperdus) plus aucun nerf visible ne part donc des corps pédonculés. — Das sonst an werthvollen Beobachtungen sehr reiche Werk enthält über das Gehirn der Ameisen nicht mehr, als Leydig gab, so dass in dieser Beziehung meine Arbeit nicht überflüssig erscheint. Die Abbildung des Gehirns mit dem Nervensystem im Zusammenhang (P. II. Fig. 35) ist bei einer so geringen Vergrösserung gezeichnet, dass sie über die Zusammensetzung des erstern keinen Aufschluss giebt.

2) A. a. O. S. 236.

grösserung[1]), die das gegenseitige Verhältniss der Theile des Organs, namentlich auch, was die Verbindung des untern Schlundganglions mit dem eigentlichen Gehirn anbelangt, in einer Weise darstellt, mit der sich meine Ergebnisse nicht ganz vereinigen lassen. Da ich seine Beschreibungen berichtigen und vervollständigen zu können glaube, gebe ich hier einfach meine Darstellung unter Berücksichtigung der Punkte, in denen ich von ihm abweiche.

Das obere Schlundganglienpaar oder, wenn man es so nennen will, das Gehirn der schwarzen Ameise (Camponotus ligniperdus ♀) (Fig. I.) liegt im oberen Theil des bekanntlich seine breite, senkrechte Gesichtsfläche nach vorn kehrenden Kopfes derart, dass eine zwischen beiden Netzaugen gezogene Verbindungslinie nach oben und unten von paarigen Massen überragt wird. Durch eine senkrechte, deutlich ausgesprochene Mittelfurche, die nach oben und unten in Folge der Hervorwölbung jener paarig angeordneten Gehirntheile den Charakter eines tiefen Spalts annimmt, zerfällt das Gehirn in zwei symmetrische Hälften, an denen sich folgende Hauptabschnitte unterscheiden lassen.

1) Die beiden von Leydig als „p imäre Hirnlappen“ bezeichneten Anschwellungen (Fig. 1. *A.*), welche gewissermaassen den „Grundtheil“ des Organes bilden. Es sind dies zwei kegelförmige, mit der abgerundeten Spitze nach aussen und seitwärts gerichtete Gebilde, die sich mit ihrer Grundfläche fast in deren ganzen Ausdehnung an der Mittelfurche berühren. Die dem Kegelmantel entsprechende Oberfläche ist aber nicht geradlinig in der Richtung der Erzeugungslinie, sondern überall nach aussen hin convex gewölbt, und springt namentlich die nach unten gerichtete Wölbung hervor. Die Oberfläche des Grundstocks ist nach oben, aussen und unten von andern paarigen Gebilden überdeckt, und nur an ihrer vorderen und hintern Fläche frei.

2) Zunächst bedeckt jeden primären Hirnlappen nach oben eine ihm an Grösse ziemlich nahe kommende helm- oder

1) Tafeln zur vergleichenden Anatomie. VIII. Fig. 4.

pilzhutförmige Hirnpartie (Fig. 1.*B.*). Dieselbe wölbt sich sehr stark kuppelförmig nach oben, senkt sich nach aussen sanft geneigt, und kehrt ihre senkrechte mediale Wölbung der entsprechenden der andern Hirnhälfte zu, von dieser durch einen tiefen Spalt geschieden, der die Fortsetzung der Mittelfurche nach oben darstellt.

3) Nach unten schliesst sich an den Grundtheil beiderseits die Anschwellung für die Antennennerven (*C*). Dieselbe zeigt ebenfalls eine unregelmässig kegelförmige Gestalt und verbindet sich durch ihre Grundfläche mit dem Grundtheil der primären Hinterlappen, während die Spitze des schiefen Kegels nach vorn, aussen und unten gerichtet, in den dicken Nervenstamm ausläuft, der die Antennen versorgt. — Eine zweite Verbindung geht jede dieser Anschwellungen nach hinten ein, indem sie eine breite Commissur zu dem untern Schlundganglion (*D*) sendet.

4) Beiderseits fügen sich an die abgerundete Spitze des Grundtheils die ebenfalls paarigen Sehlappen (*E*) nebst den aus ihnen hervorgehenden Sehnerven (*F*) und den Endapparaten des Sehorgans an.

Gehen wir nach dieser Darstellung der gröbern Verhältnisse auf die Einzelheiten in jedem der bezeichneten Hirntheile und deren gegenseitige Beziehungen ein, so fesselt zunächst das Verhalten der pilzhutförmigen Anschwellungen (*B. B,*) unsere Aufmerksamkeit. Es sind dies jene eigenthümlichen Hirntheile, deren erste Kenntniss bei den verschiedenen Hymenopteren, in Sonderheit bei der Biene, wir Dujardin[1]) verdanken. Er fand nämlich bei allen diesen gesellig lebenden, eine grosse Intelligenz entwickelnden Thieren, dass dieselben vor andern, ihnen sonst in der körperlichen Organisation nicht nachstehenden, Insecten sich durch eine ganz besondere Entwicklung eines bestimmten Hirntheils auszeichneten, für den diese keinen gleichwerthigen Bestandtheil aufzuweisen schienen. Er bezeichnete diese Gebilde als „Lappen mit Windungen oder radial gestreifte Scheiben“, die von einer pulpösen Masse überlagert seien, und

1) Annal. d. sciences naturelles 1850.

vergleicht sie mit den Windungen des Säugethiergehirns. Leydig[1]) prüfte das Verhalten dieser Gebilde bei der Biene, Hummel, Wespe, der Hornisse, sowie der Ameise, und pflichtet der Ansicht Dujardin's bei, dass die Entwicklung derselben in gerader Beziehung zur höhern geistigen Begabung der damit ausgerüsteten Insecten stehe. „Aber andererseits," sagt er, „könnte sich auch die Meinung hören lassen, dass die Scheiben in Beziehung zu den drei Stirnaugen stehen", und führt dasjenige an, was sich für diese Ansicht geltend machen lässt, ohne sich indess derselben schliesslich zuzuneigen.

Bei der Ameise nun fand Leydig dieselben Hirntheile besonders entwickelt. Nach seiner Darstellung (S. 237) erblickt man innerhalb jeder Anschwellung vier keulenförmige, helle Körper, von denen sich je zwei, nach Auflegung eines Deckglases, zur Bildung eines nach oben offenen Halbringes vereinigen. Eine aus kleinzelligen Ganglienkugeln gebildete Rinde umgiebt diese Gebilde und stellt die Grundsubstanz dar, in welcher die hellen Halbringe, die aus einer molekularen feinkörnigen Masse bestehen, eingebettet sind. Diese Darstellung muss ich als nicht völlig zutreffend bezeichnen. Wenn man das Gehirn dem vorher in absolutem Alkohol gehärteten Thiere entnimmt und auf irgend eine Weise (durch Glycerin, Kalilauge oder Brönner'sches Fleckwasser) aufhellt, so bekommt man freilich auf den ersten Blick durchaus das Bild, welches Leydig beschreibt. Man bemerkt an dem vor jedem Druck geschützten Organ jederseits in der pilzhutförmigen Anschwellung zwei helle Gebilde (*rk*), die sich mit sogenannten Handteln (Dumb-bells) vergleichen lassen, nur dass der die beiden Kugeln verbindende Griff sehr stark gekrümmt, und diese selbst einander sehr genähert sind. So entsteht das Bild eines nach oben offenen, in zwei rundliche Anschwellungen endenden Halbringes, wie es Leydig auf seiner Zeichnung (a. a. O. VIII. Fig. 4) darstellt und ich es auf der rechten Seite meiner Fig. 1 wiedergebe. Sobald man aber durch ein aufgelegtes Deckglas einen Druck anwendet, und die Einstellung des Mikroskops ändert, derart,

1) A. a. O. S. 232 ff.

dass die Rückseite des völlig durchsichtigen Hirntheils zur Anschauung gelangt, tauchen, allmälig immer schärfer werdend, neben den scheinbar handtelförmigen Körpern die Umrisse je zweier anderer Ringzeichnungen auf. Diese Gebilde machen einen mehr flachen, weniger körperlichen Eindruck, die Halbringe sind breiter, überragen mit ihrer convexen Krümmung die Convexität der nunmehr undeutlich sichtbaren vorn gelegenen Halbringe nach unten, und gehen, wie man sich durch Wechseln der Einstellung vergewissern kann, continuirlich nach oben in die kugelförmigen Anschwellungen der „Handteln" über (Fig. I. rk^1). — Kurz, man glaubt es nicht mit Halbringen, sondern mit völlig geschlossenen ringförmigen Körpern zu thun zu haben, die, auf der Fläche gekrümmt, dem Gynäkologen die bekannte Form des Hodge'schen Pessariums ins Gedächtniss rufen. — In der That kann man sich von der Richtigkeit dieses Eindrucks durch Färbung und Betrachtung des vor jedem Druck geschützten Gehirns von oben und von den Seiten überzeugen. Hämatoxylinlösung, nach Arnold bereitet, färbt z. B. die kleinzellige Ganglienmasse dunkelblau, während die aus molecularer Substanz bestehenden Ringe bräunlich gelb erscheinen und sich scharf von Ersterer abheben. Dadurch, und indem man das in Brönner'schem Fleckwasser oder Glycerin schwimmende Gehirn von oben betrachtet, bekommt man gleichzeitig den vollen Ring zur Anschauung (vgl. Fig. 2) und überzeugt sich, dass diese vier Ringe, jederseits zwei, derart gelagert sind, dass sie ihre convexe Flächenkrümmung nach oben richten, und gleichzeitig die kleinere vordere Hälfte, entsprechend der Wölbung der pilzhutförmigen Gebilde, den Grund des Gehirns weniger weit nach unten und vorn umgreift, als die hintere längere Hälfte dies an der hintern Fläche des letztern thut (vgl. Fig. 4).

Auch durch Anwendung starken Drucks, der das Präparat abplattet, gelangt man zur Anschauung der geschlossenen Ringe, die, indem dadurch vorderes und hinteres Segment gegeneinander verschoben werden, oft bei dieser Verschlingung sich in Form einer 8 darstellt. Endlich — und das ist entscheidend — habe ich die Ringe vollständig intact herauspräparirt und mich

so von der Richtigkeit der auf andere Weise gewonnenen Anschauung über ihre Gestalt überzeugt. Kurz und gut: es unterliegt keinem Zweifel, dass sich in jeder pilzhutförmigen Anschwellung je 2 aus fein moleculärer Masse bestehende geschlossene Ringe vorfinden, für die ich den Namen „ringförmige Körper“ vorschlagen möchte.

Es fragt sich, welche Bedeutung man diesen Gebilden beimessen soll? — Es scheint mir kaum möglich, auch nur annähernd eine Vermuthung darüber aufzustellen. Dass dieser ganze Hirntheil in directer Beziehung zu der relativ bedeutenden Intelligenz der gesellig lebenden Hymenoptera stehe, dass er vielleicht, wie das Grosshirn bei den Wirbelthieren, der Sitz dieser höhern geistigen Functionen sei, dies anzunehmen ist verlockend genug. Ob man aber ins Besondre in den ringförmigen Körpern ein Analogon der Windungen hoch organisirter Wirbelthiere zu sehen hat, scheint sehr zweifelhaft, zumal ich mich auch nicht von einem Hervorspringen derselben über die Oberfläche des Hirntheils überzeugen konnte. Ebensowenig vermochte Leydig am Gehirn der Biene zu erkennen, dass diese „Windungen“ nach aussen hervortreten und somit auf das Relief der Gehirnoberfläche einwirken. — Wir werden gut thun, mit unsern Vermuthungen an uns zu halten, bis erst eine Uebersicht über die verschiedene Entwicklung dieses Hirnabschnitts bei anderen Insectenordnungen gewonnen ist. Denn dass nur die Hymenoptera diese eigenthümliche Anordnung der kleinzelligen Rinden- und molecularen Markmasse an bestimmten Gehirnabschnitten zeigen, ist nicht wahrscheinlich. In der That habe ich bereits bei der Ordnung Orthoptera Aehnliches aufgefunden, und nur das Ausgehen des Materials verhindert mich, in diesem Jahre die Untersuchung zu Ende zu führen. Ich fand nämlich an durchsichtig gemachten Gehirnen von Gryllus (italicus) und in den beiden als abgerundete Kegel erscheinenden obern (Stirn-) Lappen, die in ihrer Lage den pilzhutförmigen Anschwellungen entsprechen, je einen leichteren, nach oben offenen, relativ viel kleineren, unvollständigen, d. h. nicht völlig geschlossen ring-, richtiger wurstähnlichen Körper, der ebenfalls aus feinkörniger Substanz besteht, und von der-

selben kleinzelligen Ganglienmasse eingehüllt wird, wie sie sich an dem entsprechenden Hirntheil der Hymenoptera findet. Die offene Stelle zwischen den beiden Enden der „Wurst" liegt nach oben gerichtet, und erscheint das ganze Gebilde von vorn gesehen, wie ein mit seiner Oeffnung nach oben gerichteter Halbring, während man sich nach seiner Herauspräparirung überzeugt, dass die offene Lücke sich auf einen viel kleineren Kreisabschnitt beschränkt. Auch in den gleichwerthigen Theilen des Hirns von Locusta viridissima und Decticus verrucivorus bemerkt man eine sich undeutlich abhebende Figur anscheinend ähnlicher Art. — Ich hoffe, dass der Sommer mir Gelegenheit geben wird, diese Beobachtungen weiter zu verfolgen, und nehme vorläufig davon Abstand, eine darauf bezügliche Zeichnung vorzuführen.

Wie daher auch immer diese Bildungen aufzufassen seien, eins lässt sich wohl schon jetzt ziemlich bestimmt verneinen: dass nämlich eine Beziehung zwischen den ringförmigen Körpern und den Nerven der drei Stirnaugen besteht. Letztere entspringen nämlich bei Formica rufa pp. von den pilzhutförmigen Lappen derart, dass die beiden an der Basis des Dreiecks gelegenen mit einer Wurzel aus dem Lappen der entsprechenden Seite, nahe der Medianfurche, hervorgehen, während das die nach unten gekehrte Spitze des Augendreiecks bildende dritte Auge zwei Wurzeln, je eine von jeder Stirnlappenhälfte bezieht.[1]) Schon Leydig machte als Gegengrund gegen die Annahme einer solchen Wechselbeziehung zwischen „den gestielten Körpern" Dujardin's und den Stirnaugen geltend, dass gerade bei der Ameise die erstern, unsere Ringkörper, sehr entwickelt sind, während die Augen nur die gewöhnlichen Maassverhältnisse zeigen, wie wir sie bei andern, nicht mit diesen eigenthümlichen Hirntheilen begabten Insecten vorfinden. Da nun, wie wir gesehen haben, bei der schwarzen Ameise die Stirnaugen überhaupt fehlen, trotzdem die Ringkörper eine sehr bedeutende Entwicklung zeigen, so ist wohl

1) Vgl. Leydig, Tafeln u. s. w. Fig. 4, *H.*

hierdurch die Annahme einer besondern Beziehung beider sehr unwahrscheinlich gemacht.[1])

Jedenfalls ist dieser Schluss gerechtfertigt, wenn wir annehmen dürfen, dass beim Fehlen der betreffenden Endapparate der Sehorgane auch die ihnen entsprechenden centralen Theile fehlen oder verkümmert sind. Da meines Wissens diese Frage für die blind lebenden Insecten noch nicht beantwortet ist, richtete ich meine Aufmerksamkeit auf die blinde Ameisenart Typhlopone (Africa), von der mir eine Anzahl Spiritusexemplare durch die Gefälligkeit des Hrn. Prof. Dr. Gerstäcker zur Verfügung gestellt wurde. Hier nun, wo weder Stirn- noch Netzaugen vorhanden sind, überzeugte ich mich, dass die zu letztern gehörigen Lobi optici nebst den Sehnerven vollkommen fehlen. Der Grundstock des Hirns schliesst nach beiden Seiten mit glatter, runder Wölbung ab. Dagegen finden sich die pilzhutförmigen Lappen mit den ringförmigen Körpern sehr gut entwickelt, natürlich ebenfalls bei völligem Fehlen der Stirnaugen und ihrer Nerven. — Dieselben nehmen gleichzeitig eine abweichende Lage ein, indem die beiden der Medianlinie zunächst gelegenen Ringe als Halbringe erscheinen, die ihre Oeffnung einander zukehren, so dass ihre beiden nach vorn und unten gelegenen, scheinbar kolbig verdickten Enden, unmittelbar von der Medianfurche getrennt, aneinander stossen. Es ist dies so zu deuten, dass die Flächenkrümmung der Ringe hier in einer andern Richtung liegt, als bei Formica rufa und Camponotus ligniperdus. Erst bei tieferer Einstellung des Mikroskops tauchen auch die beiden lateral gelegenen Ringe deutlich auf. Sonstige Abweichungen vom Bau des Gehirns der letztgenannten Arten werde ich gelegentlich weiter unten erwähnen.

Jedenfalls ergiebt sich somit folgende Schlussfolgerung: Beim Fehlen der Netzaugen bei Typlopone fehlen auch die ihnen entsprechenden Hirntheile. Da nun, trotz des Fehlens

---

1) Forel (a. a. O. Seite 123) kommt zu demselben Schluss, wie ich. Er fügt indess vorsichtig hinzu: Hâtons-nous de dire que ce fait ne prouve pas que les nerfs des ocelles soient, là où ils existent, indépendants de corps pédonculés, mais seulement qu'ils n'en sont qu'une dépendance accessoire.

der Stirnaugen bei Camponotus und Typhlopone, die ringförmigen Körper gut entwickelt sind, so ist nicht wahrscheinlich, dass letztere als Centraltheile zu den Stirnaugen gehören.

Zum Schluss möchte ich bemerken, dass durch meine Darstellung der „ringförmigen Körper“ sich das Gehirn der Ameise viel mehr dem anderer Hymenoptera nähert, als nach der Leydig'schen Auffassung. Denn die Abbildung des gestielten Körpers, den er als Fig. 5 der Taf. VIII von der Hummel (Bombus lapidarius) giebt, zeigt die bandartig angeordnete Masse, ganz analog den Ringkörpern des Ameisengehirns ebenfalls als auf der Fläche gelegenen geschlossenen Ring.

Nachdem ich so den gröbern Bau dieses Hirntheils besprochen, erübrigt es noch, einige Worte über die mikroskopische Zusammensetzung desselben zu sagen. Ich habe in dieser Beziehung den Leydig'schen Angaben nichts hinzuzufügen: die Ringkörper bestehen, wie schon gesagt, aus jener feinkörnigen, homogenen, keine Zellenstructur zeigenden Substanz, die so vielfach an der Bildung des Centralnervensystems der Arthropoden betheiligt ist. Der übrige Theil des pilzhutförmigen Stirnlappens ist aus kleinen Zellen zusammengesetzt, die einen grossen Kern und feine scharfe Körnchen enthalten, und an denen ich nach Isolirung 1—2 Ausläufer bemerkte. Diese kleinzelligen Ganglien bilden auch über die Ringkörper nach aussen eine Hülle, indem sie als dünne Schicht über sie hinwegziehen. Die rechte Seite der Fig. I lässt dieselben als gekörnte Lage erkennen, wie sie bei geringer Vergrösserung erscheinen.

Ich komme nunmehr auf den Grundstock des Gehirnganglions zu sprechen (*A. A.*).

Leydig beschreibt in demselben jederseits einen centralen, runden, wohlbegrenzten Körper.[1]) So soll er namentlich bei der Betrachtung der Vorderfläche des Hirns erscheinen. „Dreht man aber das Gehirn um, so dass dessen Hinterseite dem Beschauer sich zuwendet, so ist das Aussehen des scheinbaren Nucleolus ein wesentlich anderes. Man bemerkt jetzt, dass die

---

1) A. a. O. Taf. VIII. Fig. 4. *E.*

Kugel aus zwei dicht zusammenliegenden Hälften besteht; sie zeigt zwei Randeinschnitte und zwischen beiden eine durchgreifende Theilungslinie (Fig. 4, *E.* a. a. O.). Um das Ganze zieht sich in gleicher Weise, wie bei der Ansicht von vorn, eine helle, lichte Zone, wie ein abschliessender Raum." Dieser kugelförmige Körper nun soll der optische Querschnitt zweier dicht aneinanderliegender, sich gegenseitig abflachender Cylinder sein, die als Commissuren zum unteren Schlundganglion gehen.

Was meine Beobachtungen anbelangt, so stimmt die oben gegebene Darstellung dieser Kerngebilde beim Anblick von vorn mit denselben überein. Anders aber muss ich die Beziehungen zu den Commissuren deuten. Ich finde nämlich, dass die Verbindung zwischen dem Schlundganglion *D* und dem Gehirn eine viel massigere ist, als Leydig sie darstellt, und dass dieselbe vorwiegend zwischen den Anschwellungen für die Antennennerven und den beiden Seiten des Schlundganglions stattfindet. Fig. 3 u. 4 zeigen diese Commissurbildung, wie sie sich dem Auge von oben und unten bei entsprechenden Stellungen des sorgfältig vor Druck bewahrten, in der aufhellenden Flüssigkeit frei schwimmenden Gehirn- und Schlundganglions darbietet. Danach muss ich annehmen, dass vom hintern Umfang jedes Antennenlappens (*C*) eine breite, und noch höhere, als breite Nervensubstanzbrücke ziemlich horizontal und medianwärts gerichtet nach hinten verläuft, um sich mit der entsprechenden Seite des Schlundganglions zu verbinden. Die Gestalt des letztern, wie sie namentlich Fig. 5 von vorn gesehen darstellt, hat eine entfernte Aehnlichkeit mit einer Flasche, indem die beiden nach oben gerichteten, zum ersten Thoraxganglion verlaufenden Nervenstränge, die Anfänge des Bauchmarks (*bm*), den Hals derselben darstellen, während der Boden den zu den Kauwerkzeugen verlaufenden Nervenästen (*kn*) zum Ausgang dient, und die Seiten des Flaschenbauches mit den Commissuren (*cs*) in Zusammenhang stehen. Durch eine undeutliche Mittelfurche zerfällt das Schlundganglion ausserdem in zwei symmetrische Hälften. Ich habe mich nun umsonst bemüht, eine Beziehung der beiden riesigen Nucleoli zu

der Commissurenbildung im Sinne Leydig's zur Anschauung zu bringen. Bilder, wie sie Fig. 5 wiedergiebt, erhielt ich wiederholt, indem ich das Gehirn in seinen obern Theilen halbirte und die mit dem Schlundganglion in Verbindung gelassene Hälfte comprimirte. *cs*[1] entspricht hier der Stelle, wo die rechte Commissur von dem rechten Antennenlappen abgetrennt ist. Neben der erhaltenen linken Commissur *cs*, und höher als diese gelegen, sah ich die Nucleoli in undeutlichen Umrissen durchschimmern. Dies spricht jedenfalls gegen die Annahme Leydig's, der in den Kreisfiguren nur den optischen Querschnitt der zum untern Schlundganglion ziehenden Commissuren sieht. Die Leydig'sche Fig. 4 weicht auch in der gegenseitigen Lagerung des Schlundganglions und Hirns von meiner Darstellung ganz bedeutend ab, und erklärt sich nur, wenn man annimmt, dass hier ersteres aus seiner natürlichen Lage gewaltsam, um seine Commissuren mit dem Hirn nach unten, umgebogen ist. Dadurch werden die Anfänge des Bauchmarks gerade nach unten gerichtet, während doch schon die hoch oben am hintern Umfang des Kopfes gelegene Communicationsöffnung der Kopf- mit der Thoracal-Höhle beweist, dass die Stränge des Bauchmarks nach oben und hinten verlaufen müssen, um die Schädelkapsel resp. das Hinterhauptsloch (trou occipital Forel) verlassen zu können.

Was nun den Nucleolus selbst betrifft, so bin ich, wie gesagt, nicht in der Lage, mich bestimmt zu äussern. Sicher scheint mir, dass die Commissurenbildung vorwiegend zwischen Schlundganglion und den Antennennervenlappen stattfindet, es ist aber von vorn herein denkbar, dass die Kreisfigur, die eben als Nucleolus bezeichnet wird, auch zu diesen Commissuren in Beziehungen steht. Präparate, die für diese Annahme sprechen, habe ich, wie gesagt, nicht erhalten und so bin ich in der Lage, der mit Bestimmtheit auftretenden entgegengesetzten Angabe eines so ausserordentlich in diesen Untersuchungen bewanderten Forschers, wie Leydig dies anerkanntermaassen ist, einen begründeten Zweifel entgegenzustellen. — Aufgefallen ist mir nur, dass die Umrisse dieser Nucleoli sehr verschieden deutlich bei verschiedenen Gehirnen sind, ja dass man biswei-

len Mühe hat, sie zu erkennen; dass ferner bei der Betrachtung schief von oben an Präparaten, wo das Schlundganglion nebst seinen Commissuren sich vom Gehirn abgelöst hatte, trotzdem die beiden Kreisfiguren der Nucleoli bis in die Ebene der glatten Vorderwand des Hirnstocks hineinragend erkannt werden, und zwar nicht als Vorsprünge, also als der Ausdruck der zurückgebliebenen Wurzeln der Commissuren, sondern als Flächenzeichnungen. Wenn sie aber nicht der optische Querschnitt der Commissuren sind — wie soll man sie dann deuten? Man könnte sie als wirkliche Kerne im Innern des Hirnstocks auffassen, d. h. als kernförmige Differenzirungen der Hirnmasse im Sinne der hochorganisirten Gehirne der Säugethiere. Diese Deutung gewinnt auf den ersten Blick an Wahrscheinlichkeit, wenn man berücksichtigt, dass im Gehirn der Biene, das in allen seinen Bestandtheilen analog dem Hirn der Ameise gebildet ist, und das durch meine Darstellung des letztern sowohl in Betreff der Ringkörper, als auch der Lage des Schlundganglions (cf. Taf. VIII, Fig. 3 Leydig's) noch mehr Aehnlichkeit mit diesem gewinnt, ebenfalls, an derselben Stelle, sich beiderseits im Hirnstock ein solcher riesiger „Ballen“ vorfindet, den schon Dujardin als Höcker (Tubercule) bezeichnet und den Leydig (a. a. O. S. 233) als einen centralen, kernähnlichen Körper mit heller Ringzone beschreibt und zu isoliren vermochte. Da ich, wie gesagt, durch die Untersuchung des Ameisengehirns zu einer Klarheit über die Bedeutung jener eigenthümlichen „Nucleoli“ nicht zu gelangen vermochte, machte ich mich, auf die eben erwähnte Angabe Leydig's fussend, nachträglich an die Untersuchung des Gehirns der Biene. Hier gelangte ich nun zu einem mich überraschenden Ergebniss, das vielleicht geeignet ist, Licht auf den Bau des so nahe stehenden Gehirns der Ameise zu werfen. Leider stimmt aber auch dieser Befund mit Leydig's Angaben nicht überein.

Präparirt man nämlich von einem gut in absolutem Alkohol erhärteten und in Brönner'schem Fleckwasser aufgehellten Bienengehirn mit der Staarnadel unter der Loupe vorsichtig die pilzhutförmigen Lappen mit den Ringkörpern, und dann die an der Hinterseite des Grundstocks befindlichen Schichten

der Nervenmasse ab, so gelingt es bei einiger Vorsicht, aus den zu beiden Seiten der Medianfurche gelegenen, hier sehr scharf sich abzeichnenden und relativ grossen Kreisfiguren, die eben Leydig als riesige Nucleoli deutet, jederseits einen kurzen, dicken, cylindrischen Zapfen herauszuhebeln, der in einer entsprechenden Oeffnung steckt. Diese letztere durchsetzt die ganze Tiefe der die vordere Wand des Grundstocks bildenden Nervenmasse, welche somit als eine dicke, von jenen beideu Löchern durchbohrte Lamelle übrig bleibt. Der Rand dieser Löcher, glatt, scharf contourirt, lässt keinen Zweifel daran aufkommen, dass es sich nicht um eine künstliche Trennung handelt, dass vielmehr letztere durch eine präformirte Bildung nur begünstigt wurde. Um diese Ränder zeigt die Nervenmasse eine ausgeprägt concentrische Faserung, die auch an der ganzen Innenfläche des Hohlcylinders, dessen optischer Querschnitt eben jene kreisförmigen Ränder sind, deutlich sichtbar wird. Uebrigens haben die Löcher, streng genommen, eine querovale Form, sind also nicht eigentlich als kreisrund zu bezeichnen. — Der Zapfen aber, welcher in diesem Hohlcylinder steckt, reicht mit seiner vordern Grundfläche unmittelbar an die Vorderfläche des Grundstocks, derart, dass er hier frei zu Tage tritt, und nur von der Ausbreitung der Tracheenhaut, die man als Hirnhaut bezeichnen mag, nach vorn bedeckt erscheint. Nach hinten aber geht er continuirlich mit sich verbreiternder Basis in die hintern Schichten der Nervenmasse des Grundstocks über, ohne dass hier eine Trennung gelingt. Auch die Zapfen zeigen eine Faserung, welche aber eine axiale Richtung einhält.

Wie soll man diese Ergebnisse deuten? Im ersten Augenblick könnte man annehmen, dass wir es mit den Anfängen der beiden Commissuren zu thun haben, die zu dem untern Schlundganglion verlaufen, ganz entsprechend der von Leydig dem Bau des Ameisengehirns gegebenen Deutung (s. o.). Allein ich habe mich an solchen Präparaten, wo das untere Schlundganglion mit dem obern in Verbindung geblieben war, überzeugt, dass die diese Verbindung herstellenden Commissuren völlig unabhängig von den beiden Zapfen verliefen und stehen

blieben, auch nachdem ich letztere mit den hinteren Schichten aus ihren Löchern gelöst hatte. — Es bleibt mir somit nichts weiter übrig als anzunehmen, dass zwischen den hintern und vordern Schichten des Grundstocks eine durch zwei kurze Zapfen bewirkte längscommissurartige Verbindung besteht, die ihre Gestalt einer eigenthümlichen Anordnung des Faserverlaufs verdankt. Jederseits von der Medianfurche streicht nämlich ein zu einem dicken Cylinder vereinigtes Faserbündel in sagittaler Richtung von hinten nach vorn bis an die Vorderfläche des Grundstocks, während sich andere Fasern, namentlich in den vordern Schichten des letztern, kreis- resp. bogenförmig um jeden dieser Zapfen angeordnet zeigen. Der optische Querschnitt der cylindrischen Zapfen aber zeigt sich, wenn man das Gehirn von vorn betrachtet, als jene von Leydig für den Ausdruck eines Nucleolus gedeuteten kreisförmigen, richtiger elliptischen Contouren.

Da Leydig ausdrücklich hervorhebt, dass er die Gebilde, welche diese Contouren bedingen, als Ballen isolirt habe, so liegt zwischen seinem und meinem Befund ein Widerspruch, der sich vielleicht durch die Annahme löst, dass bei unvollkommen conservirten Bienengehirnen, zumal wenn sie, wie Leydig that, behufs Aufhellung mit der stark zerstörend wirkenden Kalilauge von 35 pCt. behandelt werden, die Schärfe der Umrisse der einzelnen Theile leidet, und dass auch dadurch der cylindrische Zapfen zu einem runden Ballen aufquellen könnte. — Die von mir befolgte Untersuchungsmethode schützt natürlich vor solchen Fehlerquellen.

Es fragt sich nun, ob wir diesen am Bienengehirn festgestellten Befund auch auf das Ameisengehirn übertragen können. Durch die Präparation erhielt ich hier, wie gesagt, keine überzeugenden Bilder, aber auch nichts, was gegen diese Uebertragung spräche. So halte ich denn vorläufig dieselbe für nicht unwahrscheinlich, zumal die concentrische, kreisförmige Schichtung im Umfange der Kreiscontouren, und das, als optischer Ausdruck einer Längsfaserung deutbare, körnige Aussehn innerhalb der Kreiscontouren ganz dem Befunde des Bienengehirns entspricht. Bei der Ameise würde nur das als abweichend sicher sein, dass

die beiden Zapfen durch einen schräg von oben aussen nach innen unten ziehenden Spalt in der Längsrichtung halbirt erscheinen, und somit jeder aus zwei Halbcylindern besteht, die sich mit der Halbirungsfläche berühren. Bei Typhlopone fand ich diesen Spalt sehr viel breiter, als bei Formica und Camponotus. Jedenfalls wäre es nach diesen Vorgängen von Wichtigkeit, auch das Gehirn von Oniscus und Porcellio in den Kreis der Untersuchung zu ziehn, wo sich nach Leydig ähnliche „colossale Kerne" finden sollen (a. a. O. S. 233. 250.) Doch kehren wir zum Ameisengehirn zurück!

Betrachten wir dasselbe weiterhin genauer, so treten im Bereich des Hirnstocks noch mehrfach Zeichnungen und Linien auf, die auf einen zusammengesetztern Bau dieses Theils hinzudeuten scheinen. Zunächst sind es die von Leydig als Stiele der Halbringe bezeichneten Figuren. „Jeder der Halbringe," sagt er (S. 237), „besitzt einen gegen die Mittellinie des Gehirns schwach gekrümmten Stiel von gleicher Substanz, als wie diejenige der Halbringe ist; beide Stiele treten zuletzt zu einer kurzen Wurzel zusammen und diese endigt im Grundstock." Ich lasse zunächst eine Beschreibung der fraglichen Gebilde folgen, wie sie mir bei zahllosen Präparaten erschienen: Man bemerkt, namentlich nach Anwendung gelinden Drucks, in jeder Hälfte des Grundstocks (Fig. 1) eine fast horizontal verlaufende, meist aber leicht nach aussen ansteigende Linie, die von der Medianfurche da, wo sie in den am untern Umfang des Hirnstocks gelegenen Spalt übergeht, beginnend, mehrere leichte Windungen zeigt, und unter Bildung eines stumpfen Winkels sich plötzlich nach oben und aussen wendet, um scheinbar an der Basis der pilzhutförmigen Anschwellungen allmälig sich zu verlieren. Zwei kürzere Linien beginnen mehr nach aussen von der Medianlinie und liegen weiter oben am Grundstock. Die stumpfwinklig gekrümmte Linie lässt sich übrigens, wie ich dies auf der linken Seite der Figur dargestellt habe, bei Einstellung der hinteren Fläche des Gehirns weit über die convexen Contouren des hinteren Halbringes verfolgen, und scheint dort allmälig zu verschwinden. Endlich treten medianwärts Contouren auf, die ich in der Zeichnung wiedergegeben habe,

und die sich daraus besser, als aus einer Beschreibung verstehen lassen. Zwischen den beiden der Peripherie zustrebenden Linien zeigen sich unter günstigen Bedingungen noch weitere Figuren, die wie 2—3 schmale, oben abgerundete Spalten aussehen. — Soweit die Beschreibung. Wie hat sich ihr gegenüber die Deutung zu verhalten? Zunächst liegt es auf der Hand, dass wir es mit denjenigen Zeichnungen zu thun haben, die Leydig als die Stiele der Halbringe ansieht, während die medianen Contouren von ihm (a. a. O. S. 238) als Commissurenbildungen eigener Art beschrieben und (auf Fig. 4 mit *F* benannt) abgebildet werden. Er bezeichnet sie als einen halbkugelförmigen, zart am Rande eingekerbten Körper, und als einen ebenfalls gekerbten Bogen granulärer Substanz oberhalb dieses, dessen Seitentheile sich allmälig nach aussen verlieren.

Ich glaube nun meinerseits, dass die Deutung dieser Linienzeichnungen im Sinne Leydig's immerhin etwas gewagt ist. Es will mir scheinen, als wenn alle diese Umrisse nur mässig weit in die Tiefe greifenden Furchen zuzuschreiben sind, ja, dieselben könnten flachen Reliefbildungen entsprechen, die durch die dem Grundstock anliegenden, nicht nervösen Gebilde, namentlich die ausserordentlich mächtigen Tracheenstämme hervorgerufen werden. Das äusserste, was ich schliessen würde, wäre, dass durch deutliche Furchenbildungen, die sich durch Druck auf das Präparat zu wirklichen Spalten erweitern, im Grundstock beiderseits ein stumpfwinklig gebogener Theil abhebt, der wie ein Stiel zu den pilzhutförmigen Anschwellungen emporsteigt, ohne dass es möglich wäre, einen wirklichen Zusammenhang der Ringkörper mit ihm und eine besondere Textur dieses Theils, gegenüber dem Rest des Grundstocks, nachzuweisen. Auch bei Typhlopone sah ich diese Furche, nur verlief sie hier gleich von der Medianfurche an viel steiler nach oben und aussen.

Jedenfalls bin ich trotz zahlreicher Präparationen nicht zu Anschauungen gekommen, die mich zu so weitgehenden Schlüssen berechtigen. Namentlich in Betreff der erwähnten eingekerbten Körper an der Mittelfurche habe ich nicht mehr gesehen, als meine Fig. I wiedergiebt, trotzdem meine Präparate äusserst zahlreich waren. Wie man ja aber immer geneigt ist,

negative oder anscheinend unvollkommenere Ergebnisse der eignen Untersuchung dem bestimmt ausgesprochenen Befund älterer Forscher gegenüber auf Fehlerquellen zurückzuführen, ehe man sich entschliesst, diesen Befund überhaupt zu leugnen und als Irrthum der Vorgänger zu bezeichnen, so kann es ja sein, dass die Gehirne der von mir benutzten Ameisen durch das längere Liegen in fast absolutem Alkohol Veränderungen erlitten, die denen Leydig's erspart blieben. Betonen muss ich aber, dass meine abweichenden Ergebnisse sich allenfalls auf diese Weise, nicht aber durch Mangel der Beobachtung und Präparation erklären lassen.

Ueber denjenigen Theil des Gehirns, welcher als Sehlappen (Lobi optici) bezeichnet wird (Fig. 1, *EF*), ist nur wenig zu sagen. Leydig beschreibt an demselben drei verschiedene Abschnitte: zunächst dem Hirnstock eine rundliche, aus kleinen hellen Ganglienkugeln bestehende Masse, dann nach aussen davon den Hauptkern des Sehlappens, aus homogen granulärer Substanz bestehend, endlich, von diesem durch eine sich einschiebende Lage von Rindensubstanz getrennt, eine scheibenförmige, als schwach gebogenes Band erscheinende Schicht. „Jenseits derselben erheben sich die Bündel der Sehnerven, deren Streifenzüge übrigens schon von der Grenze des Hirnstocks an, wenn auch zum Theil nur spurweise, erkennbar sind." — (S. 238.)

Schon der oberflächliche Vergleich von Leydig's und meiner Zeichnung (Fig. 1) zeigt, dass in den Grössenverhältnissen der einzelnen Theile Verschiedenheiten obwalten. Der ganze Tractus opticus ist von mir viel länger und schmäler wiedergegeben, als von Leydig. Zum Theil beruht diese Abweichung darauf, dass wir verschiedene Species der Ameise untersucht haben. Bei Formica rufa ist das Gesicht relativ nicht unerheblich schmaler, als bei Camponotus ligniperdus, es stehen somit die beiden Netzaugen bei letzterer weiter von einander ab, als bei jener, und gleichzeitig ist der Stiel des Opticus nicht nur länger, sondern auch schmaler. Bei Formica rufa ist er aber ausserdem von vorn nach hinten abgeplattet, so dass er in dieser Richtung sehr breit, dagegen von oben oder unten gesehen, ebenfalls schmal erscheint.

Meine Zeichnung stellt ferner die Einzelheiten in etwas realistischerer Weise, als dies Leydig thut, dar. Rechts ist der Eindruck der oberflächlichen Einstellung des Mikroskops wiedergegeben: Zunächst zeigt sich eine rundliche Masse, die der abgerundeten Kegelspitze des Hirnstocks unmittelbar sich anschliesst. Darauf folgt der Hauptkern, das Corpus opticum (*E*), dem Sehhügel vergleichbar, in Gestalt eines rundlichen, medianwärts sich verschmälernden Polsters. Die Faserzüge des Sehnerven, bereits in seinem Bereich sichtbar, werden weiter nach aussen sehr scharf und deutlich, um plötzlich in eine lichte Zone (*z*) übergehend, für eine kurze Strecke zu verschwinden und sich erst jenseits derselben zu den dicken Strängen des Nerven (*sn*) zu vereinigen. Die rechte Seite meiner Fig. 1 lässt erkennen, dass der kleinzellige Belag, bei der geringen Vergrösserung als körnige Schicht erscheinend, sich bis an jene lichte Zone, den Bandstreifen, verfolgen lässt. Dagegen schiebt diese Rindensubstanz sich nicht wirklich zwischen Sehhügel und Bandstreifen ein, wie die linke Hälfte, bei tiefer Einstellung entworfen, zeigt, sondern umhüllt ihn nur, während zwischen die scharfen Contouren der Faserzüge nur Kerne und Körner eingestreut sind, die durch Haematoxylinlösung sich wie andere Kerne dunkelblau färben. Ebenso finden sich zahlreiche, oft in Reihen angeordnete Kerne jenseits des Bandstreifens und zwischen den einzelnen Strängen des Opticus. Man könnte die dichte Lage, die sie unmittelbar nach aussen von der lichten Zone des Bandstreifens (*z*) bilden, fast eine Körnerschicht nennen.

Endlich sind noch die Anschwellungen für die Antennennerven (Lobi olfactorii) (*C C*) zu berücksichtigen. Die Ganglionzellenballen, aus denen sie zusammengesetzt sind, erscheinen, je nach der Einstellung des Mikroskops, bald in zwei, bald in drei Gruppen gesondert, indem die Faserzüge der Antennennerven sich zwischen sie drängen oder richtiger, von ihnen in einzelnen zusammen verlaufenden Portionen ihren Ausgang nehmen, um sich an der Spitze des Lappens mit einander zu vereinigen. Die einzelnen Ganglien sind, wie schon Leydig angiebt, mit einem grossen, leicht zu übersehenden Kern ausgestattet. Dass der Hirnstock ebenfalls Faserzüge in die Lobi

olfactorii schickt, habe ich nicht gesehen, dagegen spricht schon die ganze innige Verbindung zwischen den letztern und dem untern Schlundganglion, die Stärke der Commissuren, dafür, dass zwischen beiden Gebilden ein lebhafter Faseraustausch bestehen mag.

Soviel über die Zusammensetzung des Ameisengehirns, soweit sich dieses durch Präparation, ohne Zerlegung in mikroskopische Schnitte, ergründen lässt. Betrachtet man nun dasselbe im Ganzen, so kann man sich dem Eindruck nicht verschliessen, dass unteres und oberes Schlundganglion ein einheitliches Gebilde darstellen, derart, dass beide zusammengenommen dem Gesammthirn der Wirbelthiere physiologisch an die Seite gestellt zu werden verdienen. Leydig hat bereits diese Zusammengehörigkeit betont und fasst das Arthropodengehirn überhaupt als ein vom Schlund durchbohrtes Gehirn auf, „wie wenn etwa bei einem Wirbelthier das Gehirn zwischen den Hirnschenkeln (Crura cerebelli) vom Schlund durchsetzt wäre.“ (a. a. O. S. 183.) Jedenfalls zeigt aber ferner der höchst complicirte Bau des obern Schlundganglions der gesellig lebenden Hymenoptera, dass man dasselbe nicht als völlig gleichwerthig mit den Ganglienkörpern der übrigen Körpersegmente ansehen darf, sondern dass es, bedeutend höher organisirt als diese, wohl die Bezeichnung „Gehirn“ verdient.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Gehirnganglion der schwarzen Ameise (Camponotus ligniperdus Latr.) von vorn gesehen. Mittlere Vergrösserung.

AA Grundstock des Hirnganglions.
BB Pilzhutförmige Lappen.
CC Antennennervenlappen.
DD Unteres Schlundganglion.
EE Sehnervenlappen.
FF Sehnerven.
rk Ringkörper.
bm Bauchmarkstränge.
an Antennennervenstränge.
z lichter Bandstreifen.
sn Nervenstränge des Sehnerven und
kn Nerven zu den Kauwerkzeugen.

Fig. 2. Gehirn- (oberes u. unteres Schlund-) Ganglion von oben gesehen.

cs Commissuren zwisch. beiden Ganglien. Sonstige Bezeichnung wie bei Fig. 1.

Fig. 3. Dasselbe v. unten gesehen.

Fig. 4. Dasselbe v. d. Seite gesehen.

Fig. 5. Rechte Hälfte des obern Schlundganglions von vorn, im Zusammenhang mit dem untern (*D*). Die linke Commissur (*cs*) und die entsprechende Hirnhälfte sind abgetrennt.

Zur Lehre von den Athembewegungen.

Von

Dr. Paul Guttmann,
Docent an der Universität in Berlin.

Hierzu Taf. XV.

Die streitige Frage, ob der Nervus vagus ausser inspiratorischen Fasern auch exspiratorische führe, haben Breuer und Hering[1]) vor längerer Zeit durch eine neue Versuchsmethode zu entscheiden gesucht. Während die bis dahin geübte Methode in der künstlichen (elektrischen) Reizung der centralen Enden der durchschnittenen Halsvagi bestand, und hiernach zwar überwiegend häufig Inspiration (Contraction) des Zwerchfells, zuweilen aber auch Exspirationsstellung desselben beobachtet wurde, ohne dass die Ursachen dieser Differenzen vollkommen aufklärbar waren, wandten Breuer und Hering einen natürlichen Reiz auf den Vagus und zwar auf seine pulmonalen Verzweigungen an. Dieser Reiz bestand darin, dass die Lungen durch Lufteinblasung in die Trachea über ihr normales inspiratorisches Volumen ausgedehnt und am Ende der Einblasung durch Zudrücken des Athmungsschlauches in dieser Ausdehnung erhalten wurden. Es trat dann eine activ verlängerte Exspiration ein, deren Dauer und Stärke proportional war der Stärke der Lungenausdehnung. Waren hingegen beide Vagi durchschnitten worden, so erfolgte nach der Lungenaufblasung nicht mehr eine activ verlängerte Exspiration, sondern es ging die Athmung in demselben Rhythmus fort, wie bei

---

1) Die Selbststeuerung der Athmung durch den Nervus vagus. Wiener Akademie der Wissenschaften. Math.-naturwiss. Klasse. 1868. Bd. LVIII. 2. Abth. S. 909.

nicht aufgeblasenen Lungen. — Die entgegengesetzte Wirkung, wie die künstliche Vergrösserung des Lungenvolumens, hatte die künstliche Verkleinerung desselben (die durch Aussaugen der Luft aus der Trachea, oder durch doppelseitige Eröffnung des Thorax herbeigeführt wurde): „Jede sich eben vollziehende active Exspiration wurde dann augenblicklich sistirt und sogleich eine Inspiration hervorgerufen."

Aus dem erstgenannten Fundamentalversuche geht also hervor, dass durch Vergrösserung des Lungenvolumens die Inspiration gehemmt, hingegen die Exspiration gefördert wird. Da diese Wirkung aber nur bei Integrität der Nervi vagi eintritt, so folgern Breuer und Hering, dass sie reflectorisch zu Stande komme durch eine Reizung von exspiratorischen Fasern in den pulmonalen Verzweigungen des Vagus (und zwar durch eine Reizung mechanischer Art, bedingt durch Dehnung der Vagusfasern).

Breuer und Hering haben auf Grund dieser Versuche eine neue Theorie über die Athmungsbewegungen aufgestellt, die sie als „die Selbststeuerung der Athmung durch den N. vagus" bezeichnen. Diese Theorie lässt sich in wenigen Worten darin zusammenfassen: dass, ähnlich wie die experimentell erzeugte Ausdehnung (Aufblasung) der Lungen eine Inspirationshemmung bedingt, so auch schon jede normale, durch die Inspiration erzeugte Ausdehnung der Lungen eine solche Inspirationshemmung sich selbst hervorruft, durch welche die Inspiration eher beendet, coupirt wird, als es ohne diesen reflectorisch wirkenden Widerstand geschehen würde.

Trotz der tiefgreifenden Bedeutung, welche die von Breuer und Hering aufgestellten Sätze für die Lehre von der Athmung gewinnen mussten, wenn sie allgemein anerkannt wurden, ist meines Wissens nur von Einer Seite eine Wiederholung der Breuer-Hering'schen Versuche unternommen worden, nämlich unter Fick's Leitung von Lockenberg.[1] Derselbe bestätigte die Angaben von Breuer und Hering in allen Punkten und es konnte somit die Fundamentalfrage, welche

1) Verhandlungen der Würzburger phys.-med. Gesellschaft. N. F. Band III und IV. 1873. S 199.

den Ausgangspunkt für diese Untersuchungen bildete: ob im Vagus exspiratorische Fasern verlaufen, — als positiv beantwortet und somit abgeschlossen erscheinen.

Dennoch unternahm ich, durch Hrn. Prof. H. Munk angeregt, eine erneute Prüfung, weil die Durchsicht der Breuer-Hering'schen Arbeit zeigte, dass eine wesentliche Fehlerquelle bei ihren Versuchen in einer unvollkommenen Narcose gelegen haben könne. Als Narcoticum wandten sie Opium-Einspritzungen in die Venen an, aber — wie diese Autoren selbst angeben — die Narcose war unvollkommen und vor Allem schien die Athmung des Thieres in einer sehr schwer ins Gewicht fallenden Weise alterirt. „Fast immer nämlich," erwähnen diese Autoren, „exspirirten die narcotisirten Thiere activ und mit relativ bedeutender Kraft." Active Exspirationen in Folge von Lungenaufblasung sind es aber gerade, welche als frappantes Fundamentalphänomen beschrieben und als Ausgangspunkt für die Aufstellung einer neuen Theorie in den Vordergrund gestellt werden.

Auch Lockenberg hat Opium- und Morphiuminjectionen zur Narcose verwendet, aber dieselbe, auch wenn er die Injectionen in die Venen machte, nie vollständig erreicht, resp. nicht erreichen wollen, weil ein Thier, welches nach sehr grosser Dosis in tiefe Narcose verfallen war, sehr bald starb.

Es musste somit als offene Frage bezeichnet werden, welchen Einfluss die Form der Narcose auf die von Breuer und Hering beobachteten Erscheinungen habe.

Schon früher hatte ich bei Versuchen über die Wirkung der Vagusreizung auf die Athmungsbewegungen als Narcoticum das Chloralhydrat benutzt und hierbei einen so ruhigen, tiefen Schlaf gesehen, wie er durch Opium oder Morphium nicht zu erzielen ist. Ich wandte es daher auch in dieser Versuchsreihe wieder an, und es gelang mir stets durch subcutane Injection von 1—1½ Gramm Chloralhydrat (in 3 Theilen Wasser gelöst) Kaninchen mittlerer Grösse in tiefen Schlaf zu versetzen, in welchem die vor der Narcose frequenten Respirationen (80 bis 100 in der Minute) an Zahl abnahmen (etwa bis auf 50, 40 in der Minute), dabei in vollkommen gleichem Typus blieben,

auch nicht bemerkenswerthe Unterschiede bezüglich ihrer Tiefe darboten; vor Allem aber war niemals auch nur eine Spur activer Exspiration bemerkbar, sondern die Exspiration war stets passiv, lediglich durch elastische Kräfte bewirkt. Sehr wichtig ferner ist es, dass, wenn die volle Wirkung des Chloralhydrats eingetreten ist, alle Reflexbewegungen auf Anwendung äusserer Reize, wie: Kneifen in das Bein, Klopfen auf das Operationsbrett, operative Eingriffe am Thiere, ausbleiben, und dass auch keine Modification des Athmungstypus durch diese Reize veranlasst wird. Zuletzt ruft auch Reizung der Cornea kein Blinzeln hervor — das Thier ist nun ganz reactionslos. Thiere in diesem Zustand eignen sich also für Versuche im Gebiete der Respiration ganz vorzüglich, indem der Respirationstypus vollkommen erhalten bleibt und nur die Respirationsfrequenz sinkt; Letzteres ist aber für die Versuche nicht blos irrelevant, sondern eher eine Erleichterung für die Beobachtung.

Ich gehe nun zu der Beschreibung der Versuche, welche ich behufs Prüfung der von Breuer, Hering und von Lockenberg erzielten Resultate unternommen und sämmtlich in Gemeinschaft mit Hrn. Dr. Gad, Assistenten am hiesigen physiologischen Laboratorium der Universität, in diesem Laboratorium ausgeführt habe.

Der Cardinalversuch ist folgender:

Ein tracheotomirtes Thier (Kaninchen) wird durch künstliche Respirationen apnoïsch gemacht — man sieht dann bekanntlich, dass nach mehr oder minder langer Dauer der Apnoe die Respiration wieder beginnt und zwar regelmässig mit einer Inspiration. Wenn hingegen Breuer und Hering nach Herstellung der Apnoe durch künstliche Respirationen den Thorax nicht in die Exspirationsstellung zurückkehren liessen, sondern in Ausdehnung, also in starker Inspirationsstellung dadurch erhielten, dass sie auf der Höhe der letzten starken Lufteintreibung den Kautschukschlauch schlossen, so trat am Ende der Apnoe keine Inspiration, sondern eine starke, active, sehr verlängerte Exspiration ein.

Diesem Resultate, wie es Breuer und Hering beobach-

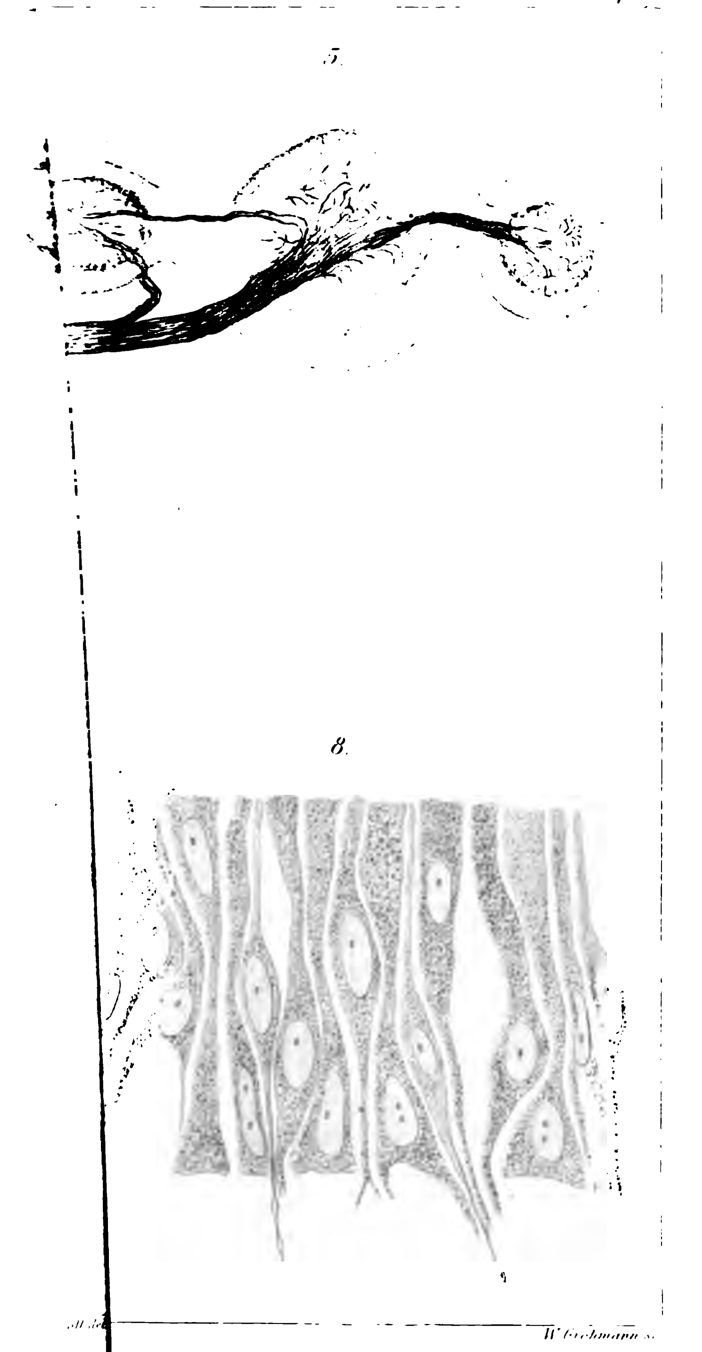
tet haben, muss ich in Uebereinstimmung mit Hrn. Dr. Gad gegenübertreten:

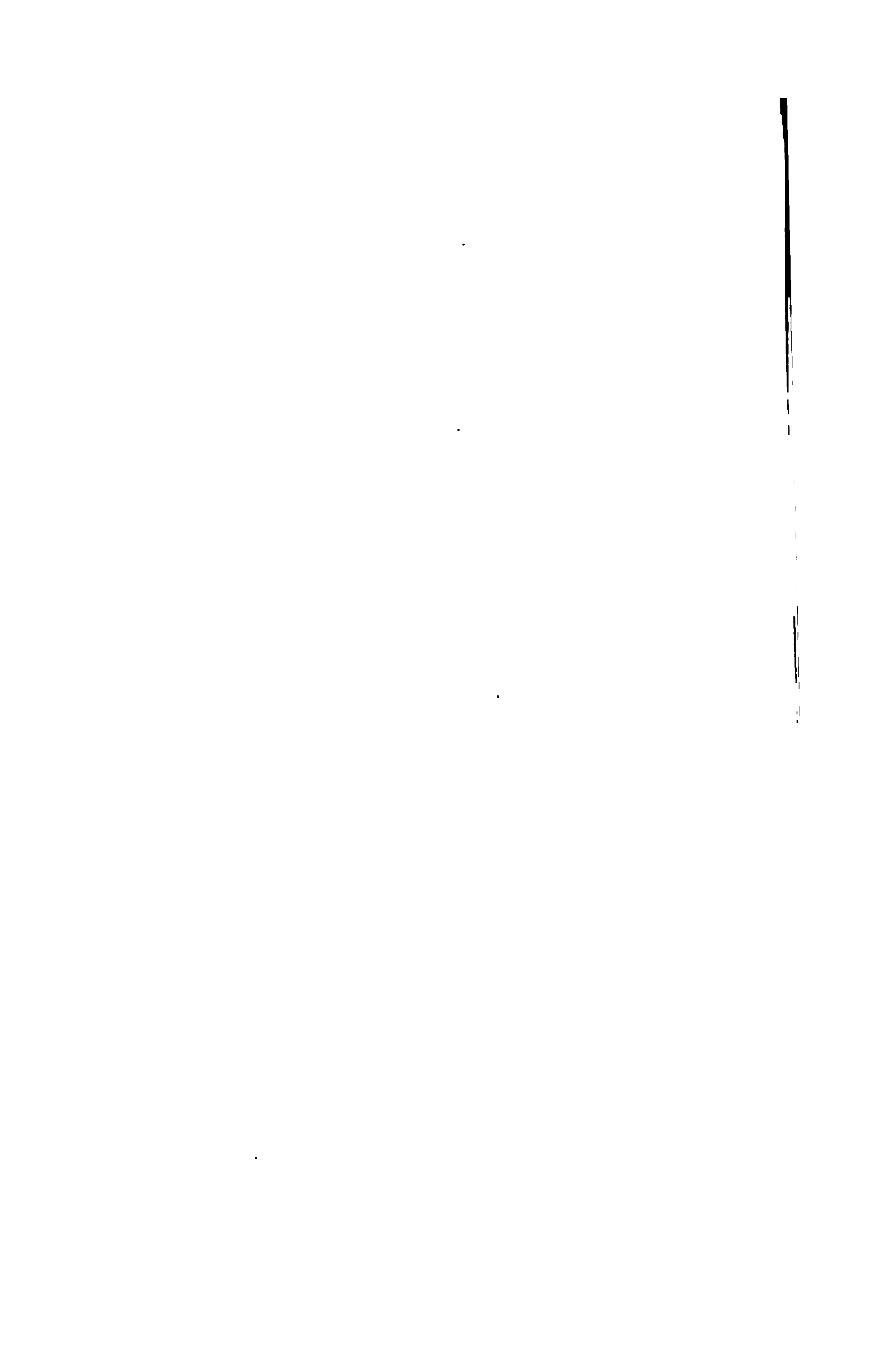
Wir haben den gleichen Versuch fast 100 Mal wiederholt und niemals nach beendigter Apnoe eine Exspiration, sondern stets eine Inspiration beobachtet.

Handelt es sich nur darum, dies constante Ergebniss des Versuches zu sehen und zu demonstriren, so genügt die einfache Versuchseinrichtung, wie sie eben beschrieben worden ist. Bei der letzten Aufblasung der Lunge muss man, um die Lunge stärker als in den vorhergegangenen Einblasungen auszudehnen, während der Compression des Blasebalgs die Seitenöffnung in der Glaskanüle schliessen (welche sonst zur In- und Exspiration des Thieres dient). Nach geschehener Lungenaufblasung wird der Kautschukschlauch nahe der Trachealkanüle mit den Fingern comprimirt. Dass diese einfache Methode, welche Breuer und Hering ausschliesslich geübt zu haben scheinen, ihren Zweck, nämlich den Kautschukschlauch luftdicht abzuschliessen, erfüllt, sieht man daran, dass der durch die Einblasung ausgedehnte Thorax nicht zurücksinkt.

Um jedoch alle einzelnen Phasen in dem Respirationsversuche exact zu übersehen, also die Grösse der Lungenaufblasung, die Dauer der Apnoe und das Verhalten der hierauf folgenden Respirationsbewegungen, bedarf es der graphischen Darstellung. Die Einrichtung dieses Versuches geschah in folgender Weise:

Die in die Trachea luftdicht eingebundene Kanüle wird mit einem gablig getheilten Rohre verbunden, von dem zwei Kautschukschläuche abgehen. Der eine Kautschukschlauch ist mit einem Fick'schen Federmanometer in Verbindung gebracht. Der andere Schlauch ist nochmals mit einem gablig getheilten Rohre verbunden, dessen längerer Schenkel in den Kautschukschlauch des Blasebalgs eingefügt wird, während der kürzere frei an die Luft mündet. Durch den letzteren athmet das Thier ein und aus, resp. dient er auch dazu, bei den künstlichen Respirationen einen Theil der eingetriebenen Luft, sowie die ganze exspirirte Luft entweichen zu lassen. Sobald nun die letzte Eintreibung der Luft die Lungen weit über das

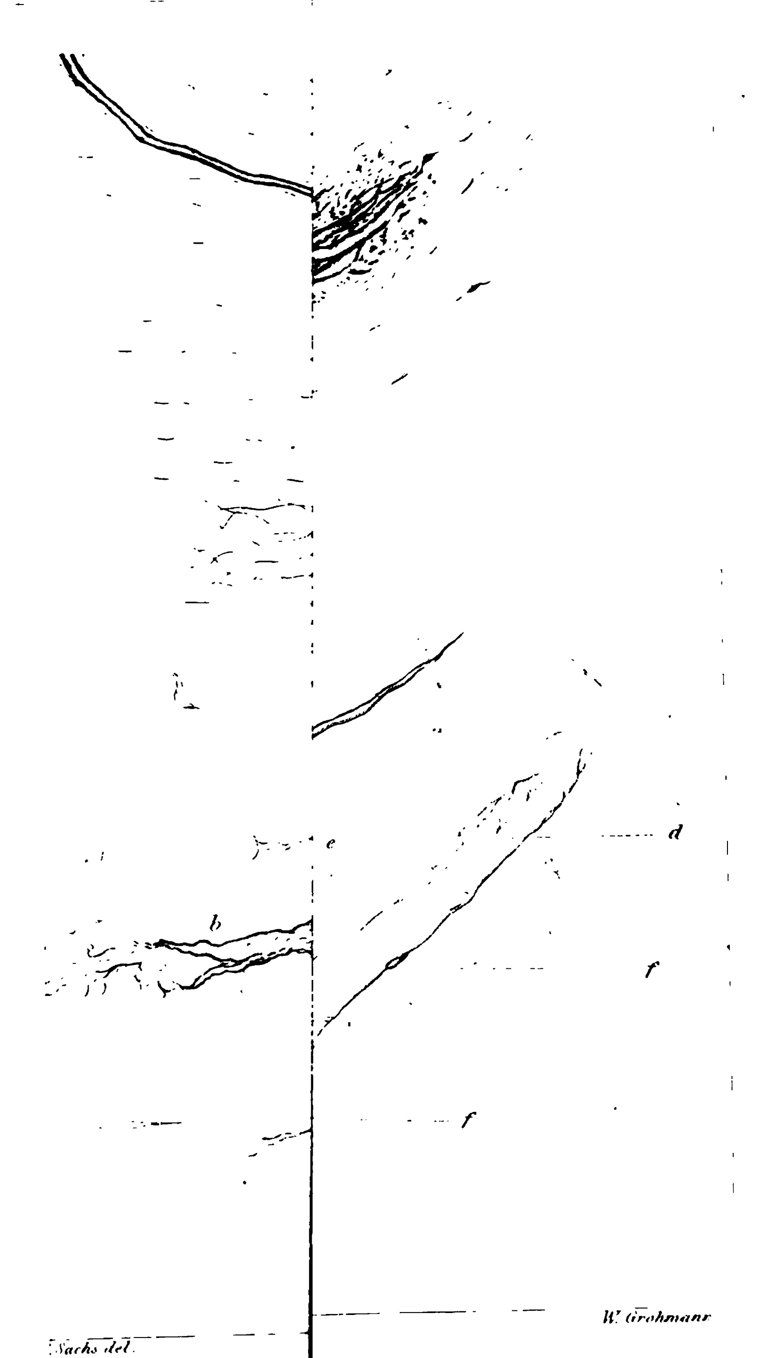

5.
8.

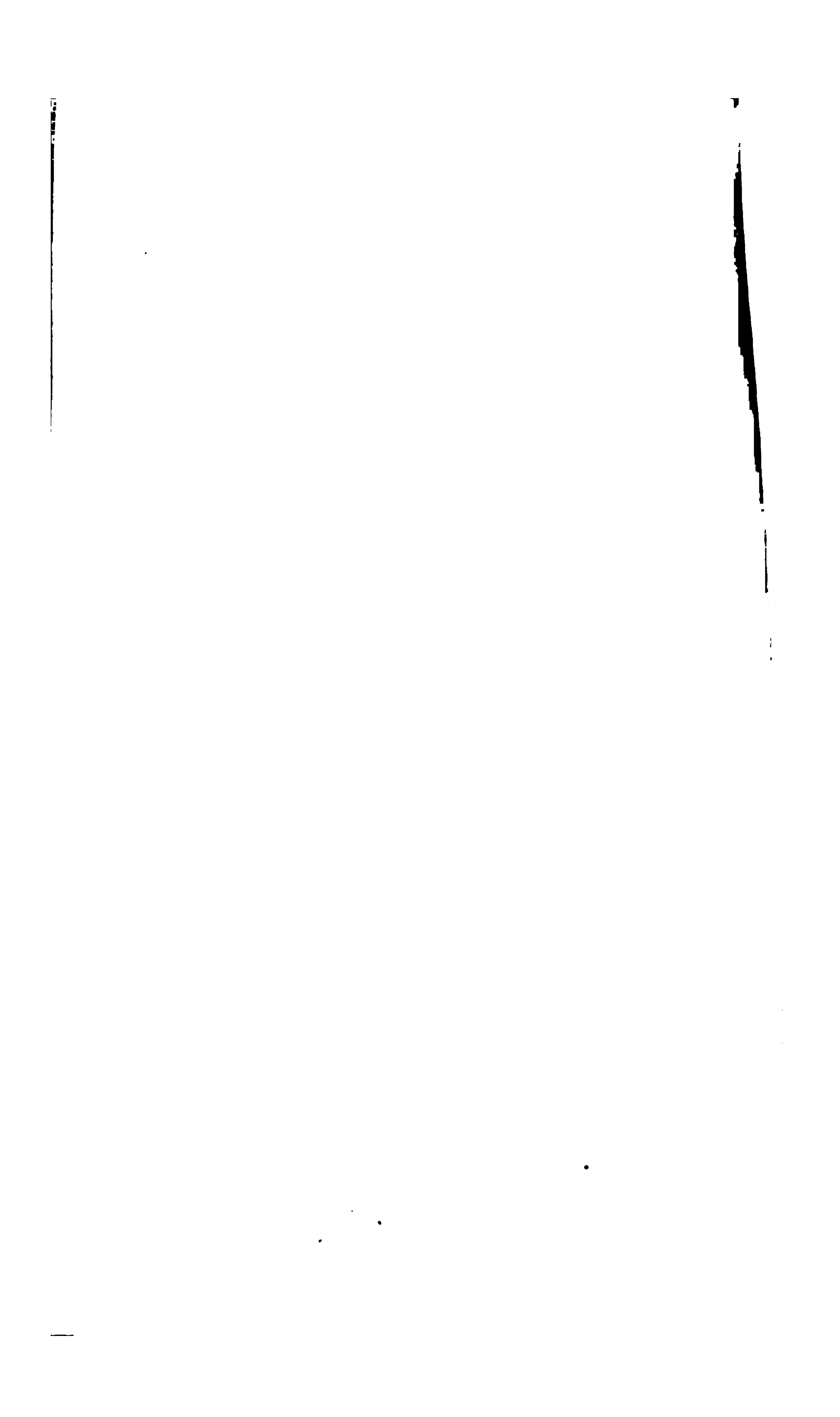


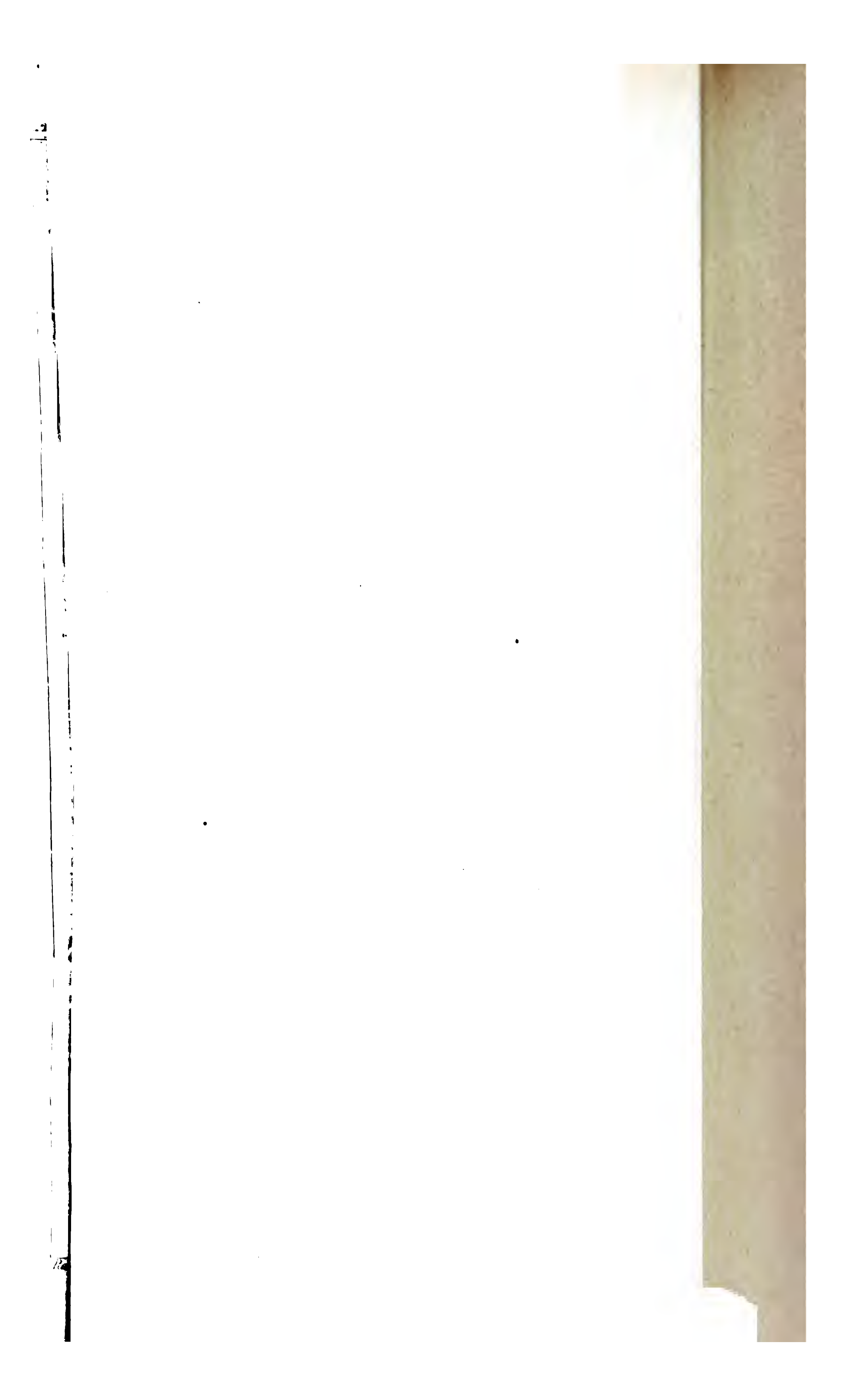


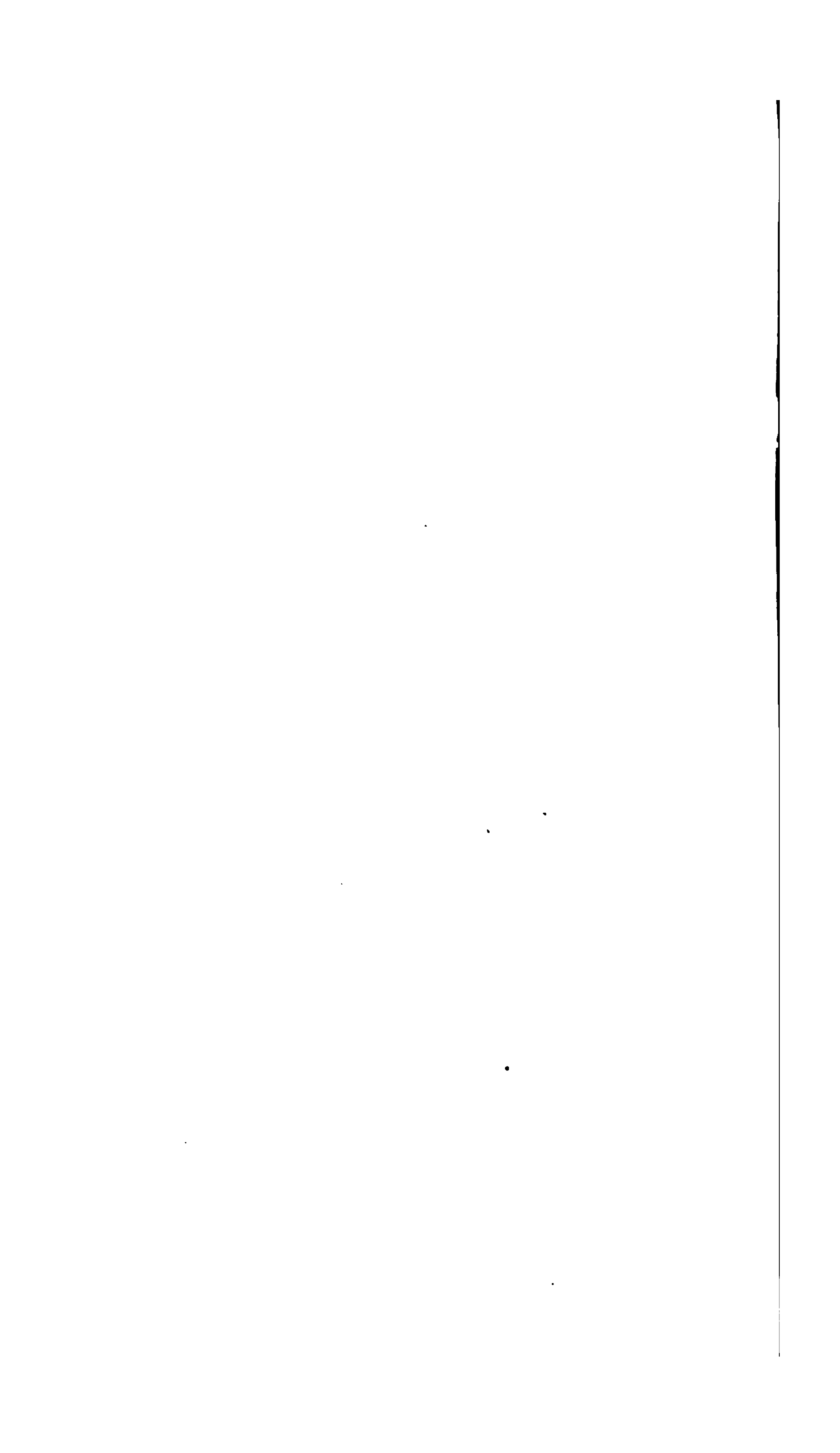





b
e
d
f
f







Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

1875. No. 5.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

D^R. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

D^R. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.

Bogen 33—40. Tafel XV, XVI, XVII A, B, C.

HEFT V.



LEIPZIG.

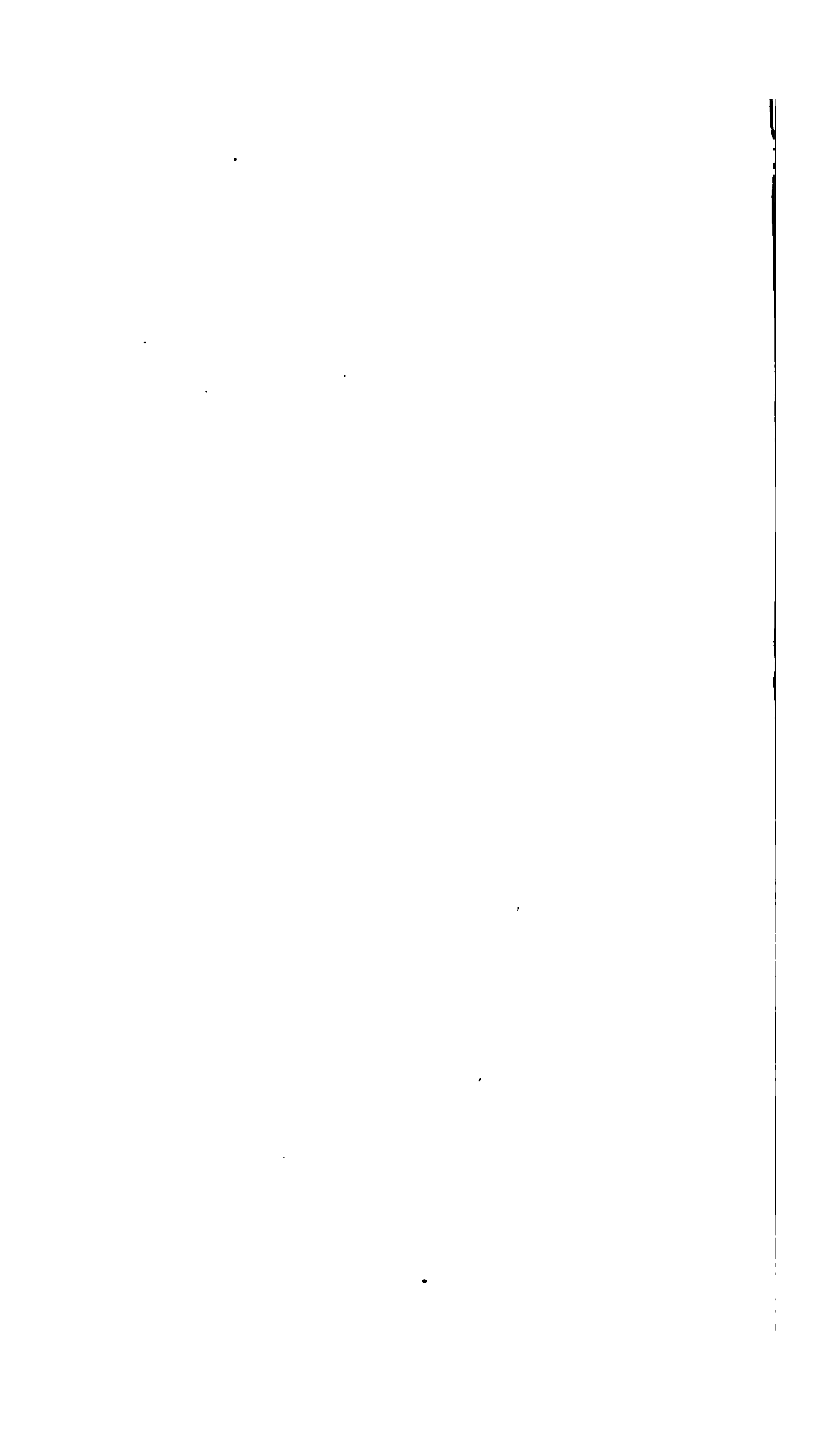
VERLAG VON VEIT ET COMP.

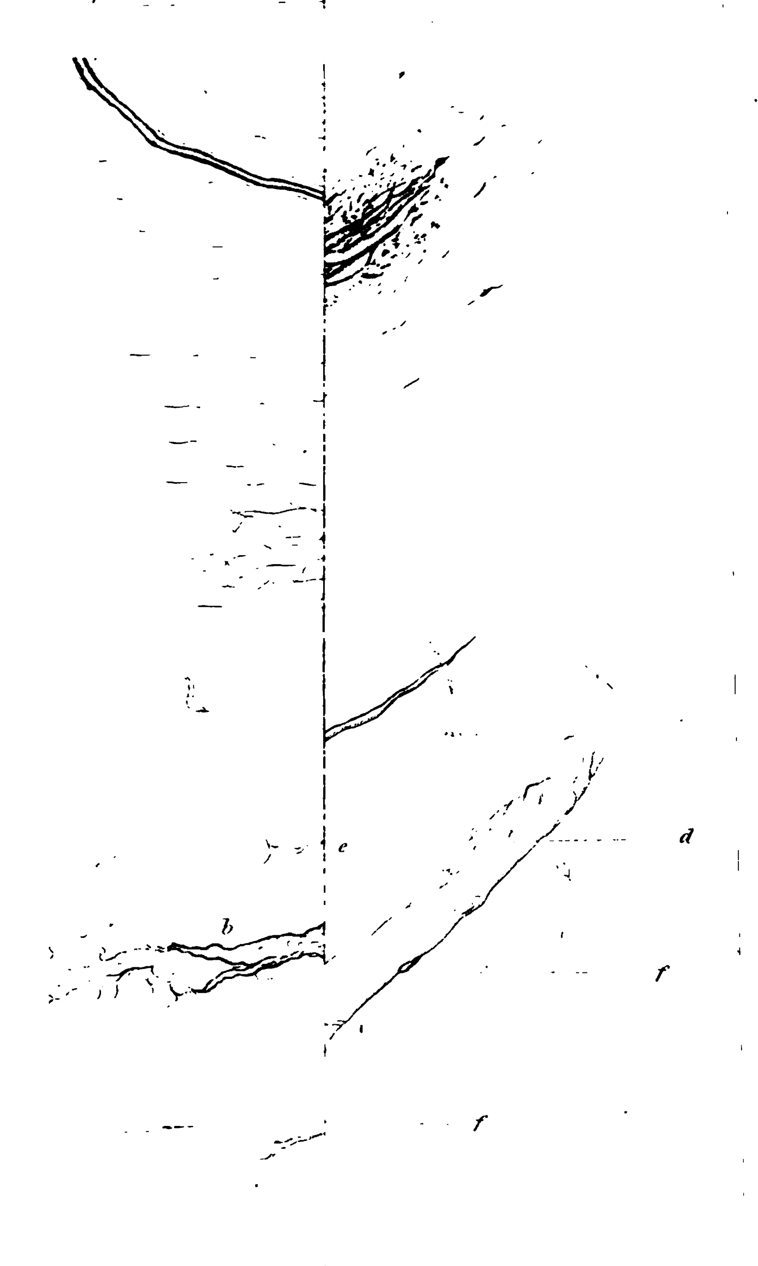
Ausgegeben im März 1876.





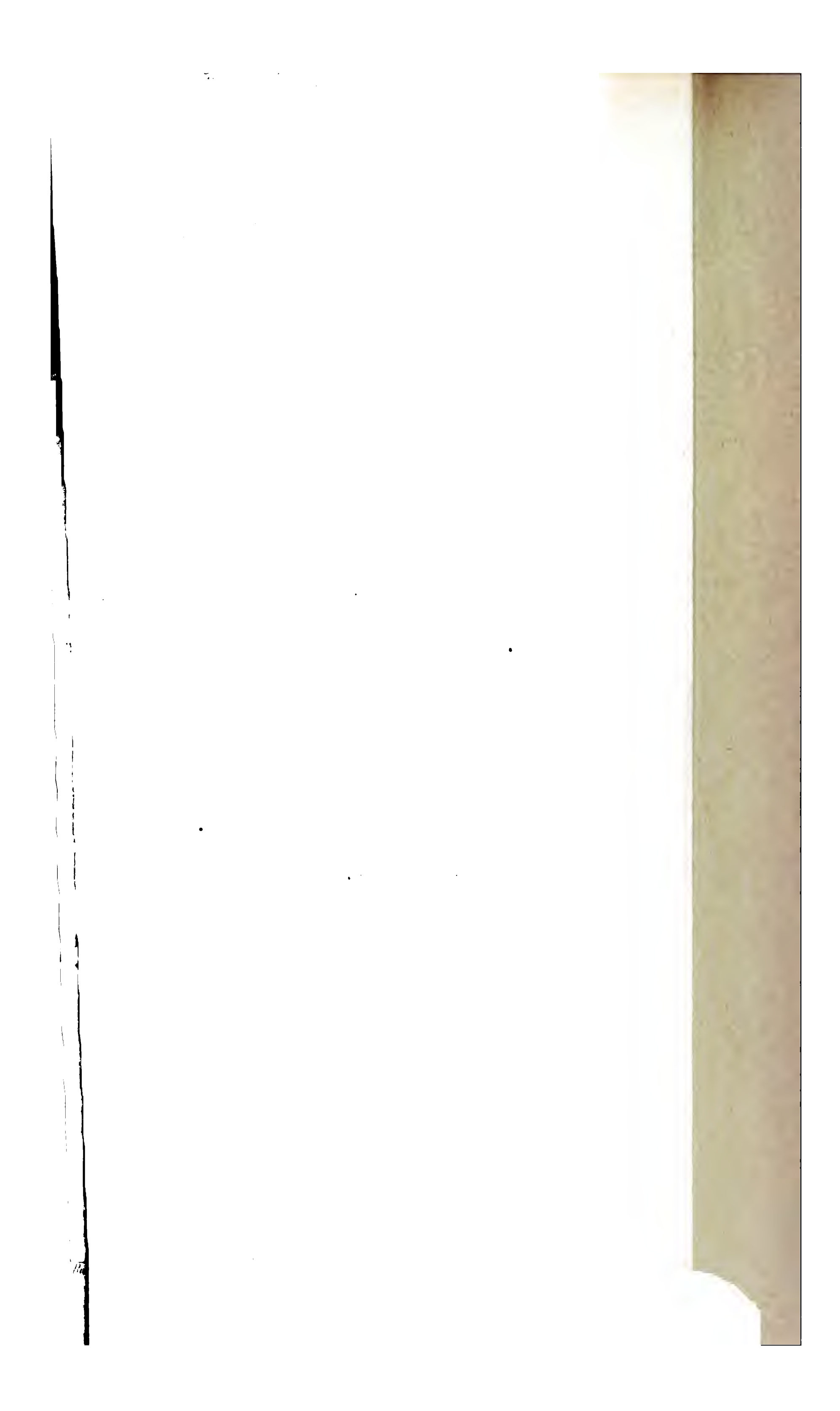


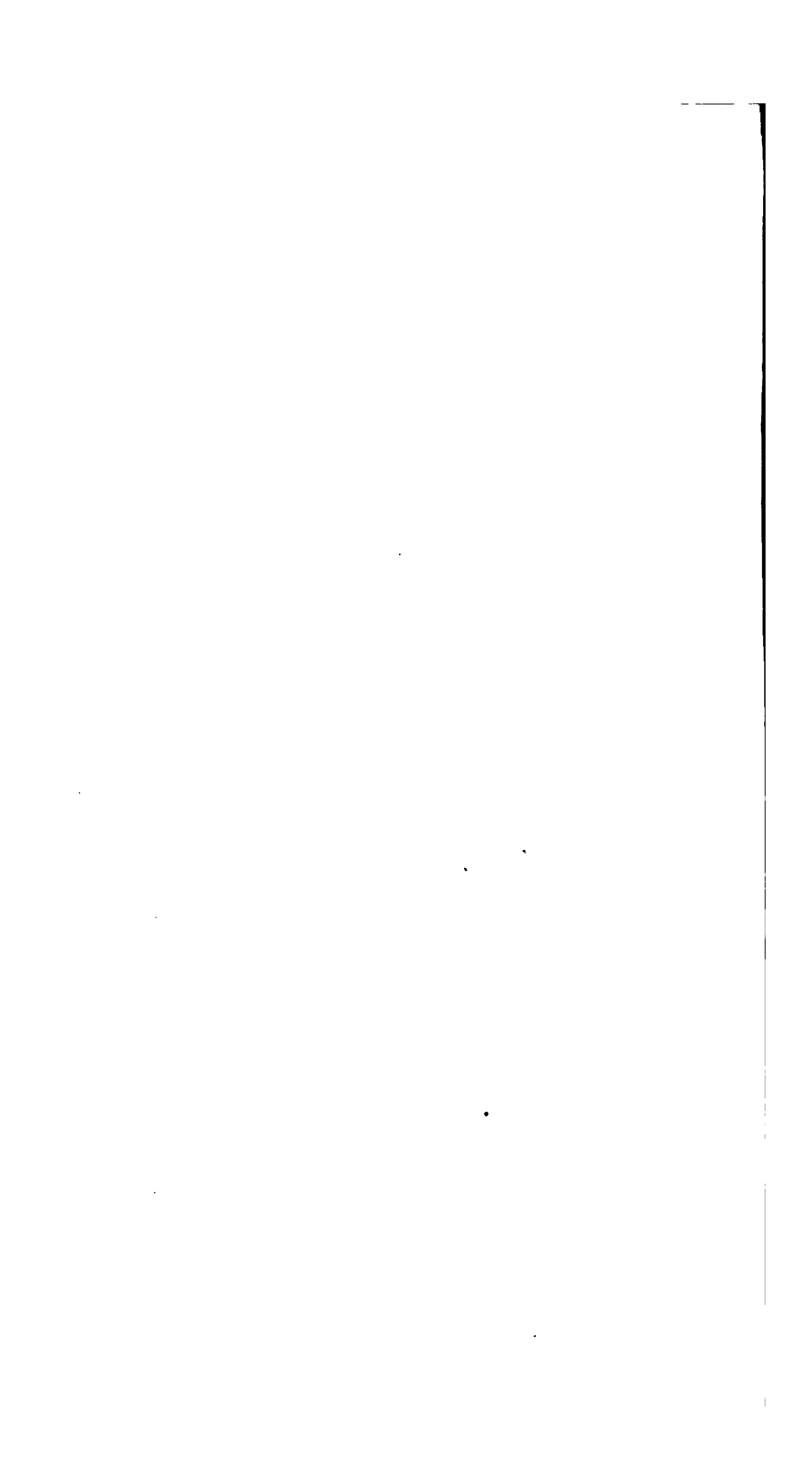


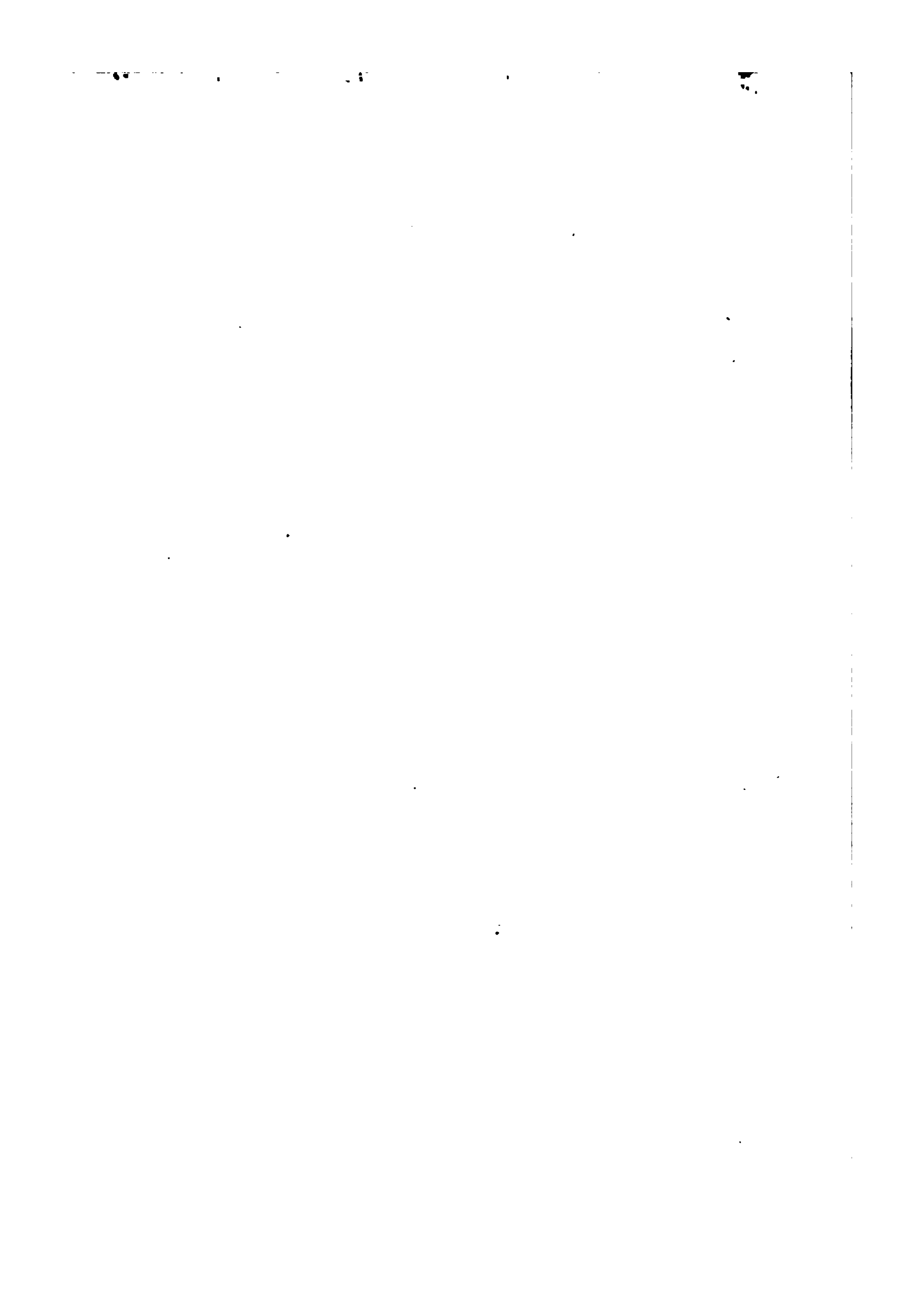


C. Sachs del. W. Grohmann sc.









auch schon während der Respirationspause minimale Inspirationen zu Stande kamen, die in der Curve sich nicht zeichneten resp. nicht zeichnen konnten; und zwar konnten dieselben bestehen 1) in äusserst schwachen Contractionen des durch die Lungenaufblasung stark herabgedrückten Zwerchfells, welche am uneröffneten Abdomen nicht sichtbar waren; 2) in Contractionen der die Nasenlöcher erweiternden Muskeln. Das Zwerchfell und die Nasenbewegungen mussten also während der Respirationspause direct beobachtet werden. Es zeigte sich Folgendes:

Wenn bei eröffnetem Abdomen und vollkommen für die Besichtigung frei gelegtem Zwerchfell[1]) die Lungen aufgeblasen werden, so bleibt das durch die Aufblasung stark herabgedrückte Zwerchfell vollkommen in dieser Lage während der ganzen Respirationspause, und man sieht auch nicht eine minimale active Bewegung desselben. Erst am Ende der Respirationspause tritt gleichzeitig mit der am Thorax sichtbaren ersten Inspiration die erste und zwar meistens gleich energische Contraction des Zwerchfells ein. Ich habe diesen Versuch bei mehreren Thieren und an jedem einzelnen mehreremale stets mit dem gleichen Erfolge wiederholt. Bemerkt sei noch, dass die passiven Bewegungen, welche dem Zwerchfell durch die Herzbewegungen mitgetheilt werden und sich auf eine kleine, dem Herzen anliegende resp. benachbarte Stelle des Zwerchfells beschränken, nicht im Mindesten in der Beobachtung der respiratorischen Bewegungen desselben stören. Selbst die minimalsten Contractionen des Zwerchfells, wie wir sie häufig in der Apnoe der Thiere gelegentlich anderer Versuche sahen, heben sich von den durch die Herzbewegungen erzeugten Mitbewegungen des Zwerchfells in so charakteristischer Weise ab, dass eine Täuschung in der Beobachtung unmöglich ist.

---

1) Um das Zwerchfell für die Inspection gut zugänglich zu machen, wird das Abdomen zuerst durch einen Medianschnitt eröffnet, dann werden tiefe Einschnitte in die beiden Lappen gemacht, dieselben zurückgeschlagen, die Eingeweide zur Seite gelegt, das Ligamentum suspensorium hepatis eingeschnitten, so dass die Leber herabsinkt.

Was zweitens die Nasenathmung betrifft, so ergaben unsere Beobachtungen Folgendes:

Die Nasenathmung geht bei Kaninchen mit der Zwerchfellsathmung parallel, Erweiterungen der Nasenlöcher entsprechen der Inspiration (Contraction des Zwerchfells), Verengungen der Exspiration. Allmälig, mit zunehmender Narcose nach Chloralhydrat nimmt die Frequenz der Nasenathmung an Zahl genau wie die der Zwerchfellsathmung ab, so dass der Parallelismus der Athmung ebenso, wie bei dem nicht narcotisirten Thiere bestehen bleibt. Hingegen wird trotz sich gleichbleibender oder nur wenig abnehmender Stärke der Zwerchfellsathmung die Nasenathmung immer schwächer, bis sie endlich bei vollkommener Narcose gänzlich schwindet. Sie erscheint erst wieder, sobald die Intensität der Narcose nachlässt, oder sobald das Thier auf irgend eine Weise in einen dyspnoëtischen Zustand versetzt wird. — Auch bei einem tracheotomirten Thiere besteht die Nasenathmung, falls die Narcose vollständig ist, fort.

Beobachtet man nun die Nase in der auf die Lungenaufblasung folgenden Respirationspause, so sieht man keine Bewegung während dieser Zeit; erst in dem Moment, wo die Respirationspause durch eine Inspiration beendet wird, sieht man gleichzeitig mit der Zwerchfellscontraction eine Erweiterung der Nasenlöcher. Eine Modification beobachteten wir jedoch bei denjenigen (später zu erwähnenden) Versuchen, wo wir die Lungen des Thieres sich selbst aufblasen liessen, dadurch, dass es aus einem Quecksilberventil athmete, welches nur die Inspiration, nicht die Exspiration gestattete: Man sah dann nämlich, dass schon gegen das Ende der Respirationspause die Nasenlöcher allmälig sich zu erweitern begannen (dabei traten fibrilläre Zuckungen der Nasenerweiterer ein); aber erst in dem Momente, wo die Contraction des Zwerchfells erfolgte, wurde die Nase plötzlich noch mehr erweitert.

Durch die eben mitgetheilten Beobachtungen, dass während der Respirationspause keine activen Bewegungen des Zwerchfells erfolgen, und dass auch die Nasenathmung still steht oder wenigstens erst am Ende der Respirationspause eintritt, im

Verein mit der früher angeführten Thatsache, dass auch die activen Exspirationsmuskeln in voller Ruhe sich befinden, ist der Beweis geliefert, dass die Respirationspause eine wirkliche Pause ist und dass die auf diese Pause folgende Inspiration die erste ist.

So entgegengesetzt nun auch, wie die bisherige Darstellung gezeigt hat, der Effect der Lungenaufblasung in den Hering-Breuer'schen und in den von mir in Gemeinschaft mit Hrn. Dr. Gad angestellten Versuchen darin ist, was nach der Respirationspause erfolgt — in einem Punkte harmoniren wir mit jenen Forschern, nämlich darin: dass eine solche Respirationspause eintritt nach der Lungenaufblasung.

Es ist unter der Respirationspause nicht diejenige verstanden, welche auch ohne Aufblasung dann eintritt, wenn man dem Thiere durch künstliche Respirationen reichlich Luft zugeführt hat, und die man ja längst als Apnoe kennt, sondern es ist diejenige Respirationspause gemeint, die bei einem ganz normal athmenden Thiere sofort nach einer Lungenaufblasung erfolgt. Die Pause dauert 25—30 Secunden und wird dann durch eine Inspiration beendet. Man erhält in diesem höchst einfachen Versuch also das gleiche Resultat, als wenn man vor der Aufblasung das Thier apnoïsch gemacht hätte. Es ist auch nicht einmal nothwendig, die Lungen sehr stark aufzublasen, man kann z. B. während der Compression des Blasebalgs die Seitenöffnung in dem Glasrohr offen lassen, so dass von der eingetriebenen Luft etwas nach aussen entweicht — es tritt dennoch sofort die Respirationspause ein, nur dass sie wegen der verminderten Stärke der Lungenaufblasung um wenige Secunden kürzer dauert.

Es bedarf aber ferner zur Hervorrufung der Respirationspause überhaupt nicht einer wirklichen Aufblasung der Lungen, sondern es genügt schon das Zudrücken des Athmungsschlauches auf der Höhe einer ganz normalen Inspiration. Doch folgt in diesem Versuche die Respirationspause nicht — wie in den vorhergenannten Versuchen — unmittelbar auf die stattgehabte Lungenausdehnung, sondern erst, nachdem eine ganz normale, lediglich durch elastische

Kräfte bewirkte Exspiration stattgefunden hat. Es wird also nach Zudrücken des Athmungsschlauches auf der Höhe einer normalen Inspiration in Bezug auf den Eintritt der darauf folgenden passiven Exspiration nichts geändert; nach derselben aber tritt eine Respirationspause von 4—6 Secunden Dauer ein. Dieses Resultat ist ein ausnahmslos constantes.

Eine eben solche Respirationspause, wie nach Compression des Athmungsschlauches auf der Höhe einer normalen Inspiration, erhält man auch — und zwar von etwas längerer Dauer — bei Compression des Athmungsschlauches auf der Höhe einer dyspnoëtischen Inspiration. (Letztere erzielt man am einfachsten dadurch, dass man einige Secunden lang den Athmungsschlauch abschliesst, dann wieder öffnet; es vollzieht das Thier jetzt eine tiefe Inspiration; auf der Höhe derselben schliesst man den Athmungsschlauch wieder.)

Diese beiden Versuche: Schliessung des Athmungsschlauches auf der Höhe einer normalen und einer dyspnoëtischen Inspiration und der Erfolg derselben — eine Respirationspause nach vorhergegangener passiver Exspiration — sind in der Curve VII vereinigt. Die Versuchsanordnung ist sehr einfach. In die Trachealkanüle ist eine T-Kanüle gefügt, deren einer Schenkel die Verbindung mit dem Kymographion herstellt, während ihr zweiter, durch einen Drehhahn verschliessbar, frei mündet. Bei Beginn des Versuches ist der Hahn offen, das Thier athmet also frei ein und aus; man sieht diese normalen Respirationen bis zu dem Buchstaben *S* in der Curve gezeichnet, selbstverständlich aber nur schwach, weil eben bei offenem Hahn nur ein kleiner Theil des Inspirationszuges und des Exspirationsdruckes auf das Kymographion wirkt. Bei dem Buchstaben *S* wird der Hahn auf der Höhe einer Inspiration geschlossen. Nun erfolgt eine Exspiration, durch welche der Schreibhebel in die Höhe getrieben wird und darauf eine Respirationspause, die etwa die $2^1/_2$fache Zeit einer normalen Respiration dauert. Dann sieht man 5 an Tiefe sich stetig steigernde dyspnoëtische Respirationen. Am Schluss der 5. Exspiration wird bei *O* der Hahn geöffnet. Nun vollführt das Thier eine tiefe Inspiration aus freier Luft; auf der Höhe

dieser Inspiration wird bei S' der Hahn wieder geschlossen. Während dieser Inspiration, also zwischen O bis S' ist die Curve fast horizontal geblieben, weil, wie schon bemerkt, bei offenem Hahn ein zu kleiner Theil des Inspirationszuges auf das Manometer übertragen wird. Dagegen zeichnet sich, nachdem der Hahn geschlossen, die auf die Inspiration (O — S') folgende Exspiration (S' — E) stark, und es erfolgt nun eine Respirationspause, die viel länger ist, als die in dem 1. Theile der Curve gezeichnete, weil durch die dyspnoëtische Inspiration die Lunge stärker ausgedehnt ist als durch die normale. (Es zeigt sich also auch in diesen Versuchen das bei den Aufblasungen der Lunge erwähnte Verhalten, dass mit der Stärke der Aufblasung die Dauer der Respirationspause wächst.) Nach der Respirationspause sind noch 4 dyspnoëtische Respirationen gezeichnet und bei Beginn der 5. ist durch Oeffnung des Hahnes (O') der Versuch abgebrochen. Man sieht dann noch die ziemlich rasch auf einander folgenden, dyspnoëtischen, allmälig flacher werdenden Respirationen.

Vergleichen wir nun diese Curve mit den bei Anstellung der gleichen Versuche gewonnenen Curven von Breuer und Hering, so zeigt der erste Theil unserer Curve von S bis O keine wesentliche Abweichung, wohl aber der 2. Theil, nämlich die lange Respirationspause nach der dyspnoëtischen Inspiration O — S'. Während dieser Theil der Curve bei Breuer und Hering ein sehr unstetes, steiles Ansteigen gegen das Ende der Respirationspause darbietet, ist in der unsrigen nur ein äusserst minimales, ganz allmäliges Ansteigen bemerkbar — eine Differenz, die in allen Curven wiederkehrt, und deren Bedeutung bereits früher S. 513 besprochen wurde.

Wir haben endlich auch diejenigen Versuche von Breuer und Hering wiederholt, bei welchen das Thier seine Lungen sich selbst ausdehnt und zwar bei jeder folgenden Inspiration stärker, nämlich dadurch, dass es aus einem Quecksilberventil athmet, welches nur die Inspiration gestattet, die Exspiration hingegen hindert. Die Anordnung des Versuches geschieht in der Weise, dass der eine Schenkel der mit der Trachealkanüle verbundenen

T-Kanüle zum Kymographion, der andere zu einem Müllerschen Ventil führt. Durch Schrägstellung desselben kann man es unwirksam machen, so dass es die Exspiration ebenso gestattet wie die Inspiration, während bei Geradestellung nur die Inspiration gestattet ist.

Betrachtet man nun die Curve VIII., so sieht man zuerst die bei Schrägstellung des Ventils sich zeichnenden normalen Respirationen. Darauf wird das Ventil gerade gestellt, es steigt jetzt, da die Exspiration gehindert ist, mit jeder Inspiration die Ausdehnung der Lunge und ihr entsprechend verlängern sich die Respirationspausen. Ebenso muss natürlich mit der zunehmenden Lungenausdehnung auch jede einer Inspiration folgende Respirationspause auf einem zur Abscisse höheren Niveau sich zeichnen. In diesen Respirationspausen stimmt also die Curve (welche aus anderen analogen ausgewählt ist) mit der von Breuer und Hering überein; sie differirt aber, ebenso wie die vorhergegangene und alle übrigen, darin, dass sie nichts von jenem bereits wiederholt erwähnten unsteten, steilen Ansteigen gegen das Ende der Respirationspause zeigt, wie die Curven von Breuer und Hering es darbieten. Da dieses Ansteigen aber in allen unsern Versuchen die sich durch die vollkommene Narkose von der nur unvollständigen in den Breuer-Hering'schen Versuchen unterscheiden, ausnahmslos fehlt, so kann es auch nicht die Bedeutung haben, die jene Forscher ihm beimessen: dass nämlich das Ansteigen der Curve zu Stande komme durch eine im Athmungscentrum reflectorisch ausgelöste active Exspiration. Wäre wirklich das Athmungscentrum der Ort dieses Reflexes, so müsste diese Exspiration auch bei gut narcotisirten Thieren auftreten. Da dies nicht der Fall, so muss man diesen Reflex in das Grosshirn verlegen, dessen Thätigkeit durch eine unvollkommene Narcose nicht gänzlich erloschen ist. Befindet sich aber ein Thier, dem noch eine Spur von Thätigkeit des Grosshirns erhalten ist, in einer so abnormen Lage, wie sie bei Aufblasung der Lungen besteht, so wird es gegen dieselbe bewusst oder reflectorisch reagiren.

Breuer und Hering haben ferner gefunden, — und

Lockenberg hat es bestätigt — dass die von ihnen nach Aufblasung der Lungen beobachteten Phaenomene nur dann eintreten, wenn beide Vagi intact sind, dass sie dagegen ausbleiben, wenn die Vagi durchschnitten worden sind.

Diese Beobachtung kann ich, was die (bei Integrität der Vagi nach der Lungenaufblasung erfolgende) Respirationspause betrifft, in Uebereinstimmung mit Hrn. Dr. Gad bestätigen. Sind beide Vagi durchschnitten, so erfolgt nach der Lungenaufblasung keine Respirationspause, sondern unmittelbar eine passive Exspiration, dann wieder eine Inspiration u. s. w., es wird also der Athmungsrhythmus des Thieres durch die Lungenaufblasung nicht im Geringsten geändert, es erfolgen die Respirationsphasen genau ebenso auf einander, als wenn die Lungen nicht aufgeblasen wären.

Curve IX a und b, die bei einem durch Opium narcotisirten Thiere aufgenommen sind, zeigen die Wirkungslosigkeit der Lungenaufblasung nach durchschnittenen Vagis.

Bei *A* in Curve IX a. ist die Lunge aufgeblasen und schon bei *I'*, also höchstens 3 Secunden darauf, erfolgt die erste Inspiration. Zwischen *A* und *I'* ist aber auch eine Exspiration erfolgt, die sich nicht bemerkbar gezeichnet hat. Bei *I''* ist die zweite, bei *I'''* die dritte Inspiration sichtbar u. s. w. Die Inspirationen und ebenso die Exspirationen haben sich in dieser Curve nur sehr schwach gezeichnet. Dasselbe sieht man an der Curve XIb.

Deutlicher sind die Verhältnisse in den Curven X. *A* und *B*, die ebenfalls in der Opiumnarcose aufgenommen sind. In Curve *A* sind die Vagi intact, in Curve *B* durchschnitten. In beiden Versuchen ist die Lunge nicht durch künstliche Lufteinblasung, sondern durch eine tiefe Inspiration ausgedehnt.

Curve *A*, bei intacten Vagis aufgenommen, ist nur der Vergleichung wegen mit Curve *B* abgebildet. Sie ist durch dieselbe Versuchs-Einrichtung gewonnen wie Curve VII. Das Thier wird nämlich durch Verschluss des an der Trachealkanüle befindlichen Hahns zunächst dyspnoëtisch gemacht; bei den zwei letzten, dem eigentlichen Versuch vorhergehenden dyspnoëtischen Respirationen wird die Trommel in Bewegung gesetzt. Man sieht diese beiden dyspnoëtischen Respirationen (*dI*), alsdann wird bei *O* der Hahn wieder geöffnet, die Communication mit der freien Luft also hergestellt, und es vollzieht nun das Thier eine tiefe Inspiration. Auf der Höhe dieser Inspiration wird bei *S* der Hahn wieder geschlossen. (Während der Dauer dieser Inspiration von *O* bis *S* ist die Curve fast horizontal geblieben, weil

eben, wie schon früher erwähnt, bei offenem Hahn nur ein sehr geringer Theil des Inspirationszuges auf das Manometer wirkt.) Sofort nach Schluss des Hahns erfolgt nun die lange Respirationspause, und nach Schluss derselben die erste Inspiration (*I*), die sehr tief ist, dann die zweite, die dritte, nach deren Ablauf der Versuch durch Oeffnung des Hahns abgebrochen wird.

In der Curve *B*, die bei demselben Thiere nach durchschnittenen Vagis aufgenommen ist, ist die Versuchs-Anordnung die gleiche, wie in der vorherigen. Man sieht zuerst nach Schluss des Hahns zwei dyspnoëtische Respirationen; dieselben sind nunmehr viel gedehnter als vor der Durchschneidung; dann folgt bei *O* Oeffnung des Hahns, worauf das Thier eine tiefe Inspiration vollzieht, auf deren Höhe bei *S* der Hahn wieder geschlossen wird. Jetzt erfolgt aber keine Respirationspause, wie in Curve *A* bei intacten Vagis, sondern sofort eine Exspiration (*S—E*), dann wieder Inspiration (*E—J*) u. s. w.; kurz man sieht nach der Selbstaufblasung der Lungen des Thieres durchaus keine Veränderung in dem Rhythmus der Respiration. Die Curve hat vor und nach der Aufblasung den gleichen Charakter, nur dass sie nach der Aufblasung auf einem höheren Niveau sich zeichnet, entsprechend dem stärkeren Luftgehalt der Lunge.

Das gleiche Resultat, nämlich Wegfall der Respirationspausen nach der Lungenaufblasung bei vagotomirten Thieren, ergab sich auch in denjenigen Versuchen, wo die Thiere ihre Lungen sich selbst ausdehnten durch Athmung aus dem Quecksilberventil (vgl. S. 518).

Auf welche Weise man also auch die Ausdehnung der Lungen erzeugen mag, immer zeigt sich das Resultat, welches hier noch einmal resümirt werden möge: dass bei intacten Vagis nach der Lungenaufblasung eine Respirationspause erfolgt, bei durchschnittenen Vagis hingegen nicht.

Welche Bedeulung hat diese Respirationspause? wodurch entsteht sie?

Der nächstliegende Gedanke ist, sie für eine Apnoe zu erklären, die dadurch hervorgerufen werde, dass durch die in der aufgeblasenen Lunge zurückgehaltene grössere Luftmenge das Blut sauerstoffreicher wird und deshalb das Respirationscentrum für kurze Zeit unerregbar bleibt. Diese Annahme wird aber sofort dadurch widerlegt, dass die Respirationspause wegfällt nach Durchschneidung der Vagi, während eine durch Sauerstoffreichthum des Blutes erzeugte Apnoe auch dann noch

bestehen bleibt. Ferner haben Breuer und Hering gezeigt, dass diese Respirationspause auch dann eintritt, wenn man die Lungen — statt durch atmosphärische Luft — durch Wasserstoffgas aufgeblasen, resp. schon vor der Aufblasung das Thier einige Athemzüge von Wasserstoff machen liess und so die Lungen mit Wasserstoff gleichsam ausgewaschen hat. Ebenso erfolgt die Respirationspause, wenn man das Thier eine und dieselbe Luft eine Zeit lang im abgeschlossenen Raume athmen lässt — beispielsweise in der Art, dass man einen mit der Trachealkanüle verbundenen langen Kautschukschlauch an seinem unteren Ende zuklemmt — und auf der Höhe einer dadurch dyspnoëtisch gewordenen Inspiration durch Compression des Athmungsschlauches unmittelbar an der Trachealkanüle die Lungen in ausgedehntem Zustande erhält. Endlich konnte ich auch die Respirationspause hervorrufen durch Aufblasung der Lungen des Thieres mit meiner eigenen Exspirationsluft. — Es ist also diese Respirationspause von der durch reichliche künstliche Luftzufuhr erzeugten Apnoe etwas ganz Verschiedenes. — Breuer und Hering haben ferner gezeigt, dass diese Respirationspause auch nicht die Folge sein könne von Blutdruckveränderungen, welche durch den nach der Lungenaufblasung gesteigerten intrathoracischen Druck hervorgerufen werden und ihre Wirkung auf das Respirationscentrum äussern, denn es tritt diese Respirationspause auch dann ein, wenn bei doppelseitig eröffnetem Thorax die collabirten Lungen durch Aussaugen der Luft aus den Pleurahöhlen auf das normale inspiratorische Volumen ausgedehnt werden, wobei also der intrathoracische Druck auf die Gefässe sogar erniedrigt wird.

Es bleibt somit keine andere Annahme übrig, als die Respirationspause mit den Nervis vagis in Beziehung zu bringen; denn sie tritt ja nicht mehr ein, sobald die Vagi durchschnitten sind. Welche weitere Bedeutung aber die Respirationspause habe, ist eine Frage, die ich vorläufig unbeantwortet lassen muss. Breuer und Hering halten sie für eine Hemmung der Inspiration, welche vom Respirationscentrum aus reflectorisch zu Stande komme durch die Reizung, welche die pulmonalen Vagusendigungen bei der Aufblasung der Lungen

erleiden. Meiner Auffassung nach könnte man aber nur denjenigen Athemtypus als eine Hemmung der Inspiration bezeichnen, bei welchem nach einer Exspiration die lange Respirationspause eintritt, wo also der Athemtypus in folgender Weise sich gestaltet: Lungenausdehnung, darauf unmittelbar passive Exspiration, dann Respirationspause, dann endlich Inspiration. In der That haben wir nun diesen Respirationstypus in denjenigen Versuchen beobachtet (vgl. Seite 516 ff.), wo auf der Höhe einer normalen oder einer dyspnoëtischen Inspiration der Athmungsschlauch comprimirt worden war. Für diese Fälle kann man also die verspätet eintretende Inspiration als eine Hemmung der Inspiration bezeichnen, wobei aber zu erinnern ist, dass es sich in diesen Versuchen nicht um eine wirkliche Aufblasung der Lungen, sondern nur um eine Ausdehnung derselben auf das normale inspiratorische Volumen gehandelt hat. Anders hingegen war der Erfolg der (durch künstliche Lufteintreibung bewirkten) Aufblasung der Lungen über ihr normales inspiratorisches Volumen — und dies sind ja gerade die Fundamentalversuche; — es trat dann keine Exspiration (entgegen dem Resultate, wie es Breuer und Hering gefunden), sondern eine lange Respirationspause und darauf eine Inspiration ein. Diesen Athmungstypus aber kann ich nicht als Hemmung der Inspiration bezeichnen; denn mit demselben Rechte könnte man ihn auch — wegen der zwischen Lungenaufblasung und nächstfolgenden Inspiration fehlenden Exspiration — eine Hemmung der Exspiration nennen.

In einer zweiten Versuchsreihe haben Breuer und Hering gezeigt, dass die Verkleinerung des Lungenvolumens die entgegengesetzte Wirkung habe, wie die Vergrösserung desselben, nämlich eine Inspiration. Die Verkleinerung des Lungenvolumens wurde durch Anstechen beider Thoraxhälften oder durch Aussaugen der Luft aus der Trachealkanüle bewirkt.

Wir haben diese Versuche wiederholt und können den Breuer-Hering'schen Resultaten, die zum Theil auch schon

von früheren Beobachtern beschrieben sind, beistimmen. — Saugt man bei einem ruhig athmenden, durch Chloralhydrat gut narcotisirten Kaninchen, welches in diesem Zustande keine Nasenathmung darbietet, die Luft aus der Trachealkanüle aus, so sieht man gleichzeitig mit dem durch die Aussaugung der Lungenluft bewirkten Collabiren des Thorax eine plötzliche Erweiterung der Nasenlöcher eintreten; diese Erscheinung ist ganz constant, gleichgültig, ob man während einer Inspiration oder einer Exspiration die Lungenluft aussaugt. Es tritt also bei Verkleinerung des Lungenvolumens sofort Inspirationsstellung der Nasenlöcher ein. — Wenn man ferner bei einem in mässige Dyspnoe versetzten Thiere, welches deutliche, mit der Zwerchfellsathmung parallel gehende Nasenathmung darbietet, im Momente einer Exspirationsbewegung der Nasenlöcher (also Collabiren derselben) die Luft aus der Trachealkanüle ansaugt, so wird diese Bewegung sofort coupirt und es treten die Nasenlöcher in Inspirationsstellung, in der sie einige Sekunden bleiben, worauf, nachdem inzwischen mit dem Aufhören des Aussaugens die Respiration frei gegeben ist, zuerst dyspnoïsches, dann allmälig normales Athmen eintritt. — Ebenso erfolgt, wie bekannt, nach Anstechen beider Thoraxhälften, eine sofortige Inspiration am Thorax, am Zwerchfell und an der Nase.

Wenn man ferner das Thier, dem man einen doppelseitigen Pneumothorax gemacht hat, durch künstliche Respirationen in Apnoe versetzt und dann die Luft aus der Trachea aussaugt, so dauert die Apnoe nicht so lange, als sie ohne eine solche Aussaugung gedauert hätte, sondern sie wird sehr bald durch eine Inspiration beendet. Dasselbe sieht man, wenn man einem bei uneröffnetem Thorax apnoïsch gemachten Thiere die Luft aus der Trachea saugt. Hingegen wird, wenn die Vagi durchschnitten sind, die Aussaugung der Lungenluft nicht sofort durch eine Inspiration beantwortet, sondern es geht der Rhythmus der Athmung unbehindert fort.

Wenn ich somit in dieser Versuchsreihe die gleichen Resultate wie Breuer und Hering erhalten habe, so werden dadurch meine Schlüsse aus den von diesen Forschern abwei-

chenden Ergebnissen der zuerst beschriebenen Versuche mit Lungenaufblasung nicht im Geringsten modificirt. Für Breuer und Hering waren die nach Collapsus der Lungen (durch Pneumothorax, Aussaugung der Lungenluft) auftretenden Inspirationen sehr frappante und für ihre Theorie vollkommen zutreffende Erscheinungen, da sie bei Lungenaufblasung das entgegengesetzte Resultat, nämlich eine lang dauernde Exspiration beobachtet hatten. Für mich hingegen war das Ergebniss der zweiten Versuchsreihe irrelevant, weil es eben nicht im Gegensatze zu den Resultaten meiner ersten Versuchsreihe mit Lungenaufblasung stand; denn ich habe ja nach der Aufblasung stets Inspiration gesehen. Dieser Aufblasungsversuch aber ist der fundamentale, welcher die Frage entscheiden sollte, ob im Vagus exspiratorische Fasern verlaufen. Breuer und Hering haben diese Frage auf Grund ihres Versuchsresultates bejahend entschieden. Das Resultat meiner Versuche war dem jener Forscher entgegengesetzt, doch halte ich darum eine verneinende Antwort auf jene Frage nicht für gerechtfertigt, sondern möchte mich nur dahin resümiren: dass, wenn in den pulmonalen Verzweigungen des Vagus exspiratorische Fasern verlaufen, sie durch die Methode der Aufblasung der Lunge nicht in Erregungszustand versetzt d. h. nicht nachgewiesen werden. Das aber haben obige Untersuchungen in Uebereinstimmung mit denen von Breuer und Hering gezeigt, dass die Aenderung in dem Respirationstypus nach der Lungenaufblasung abhängig ist von einem veränderten Einflusse des Vagus. Welcher Natur dieser Einfluss ist, — in diese Frage, glaube ich, wird man erst dann eingehen können, wenn die nach der Lungenaufblasung erfolgende Respirationspause in ihrer Bedeutung aufgeklärt sein wird.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Geh. Rath Prof. du Bois-Reymond, der in liberaler Weise die Apparate des Laboratoriums für diese Untersuchungen zur Verfügung stellte und mit Interesse den Ergebnissen derselben folgte, meinen herzlichen Dank hiermit auszusprechen.

Berlin, im October 1875.

Ueber die Fortpflanzung der Contraction und der negativen Schwankung im Säugethiermuskel.

Von

J. Bernstein und Dr. J. Steiner.

(Mitgetheilt von J. Bernstein.)

Obwohl die Vorgänge der Erregung in den Muskeln der Warmblüter keine principiellen Verschiedenheiten von denen in den Muskeln kaltblütiger Thiere, an welchen sie fast ausschliesslich untersucht sind, erwarten lassen, so ist es doch in mancher Hinsicht von Interesse, auch jene einer messenden Untersuchung zu unterwerfen. Denn was die Nervenerregung anbetrifft, so wissen wir bereits aus den Arbeiten von Helmholtz[1]) und Baxt, dass dieselbe in den menschlichen Nerven mit einer grösseren Geschwindigkeit vorschreitet, als dies in den Froschnerven geschieht, und dass die Geschwindigkeit mit der Erwärmung der Gliedmaassen zunimmt. Es ist daher zu vermuthen, dass der Unterschied der Geschwindigkeiten des Erregungsprocesses mit dem der Eigenwärme der Thiere der Art im Zusammenhang stehe, dass der höhere Wärmegrad auch eine höhere Geschwindigkeit der Erregungsprocesse bedinge. Was aber für den Nerv gilt, ist wohl auch für den Muskel vorauszusetzen, dessen Integrität beim Warmblüter noch mehr an die Körpertemperatur gebunden zu sein scheint, als die der Nerven.

Die Uebereinstimmung, welche sich an Froschmuskeln für die Geschwindigkeit (3—4 Meter) der Contractionswelle und der negativen Schwankung ergeben hatte,[2]) forderte ebenfalls

---

1) Monatsberichte der Berl. Akad. 31. März 1870.

2) Bernstein, Untersuch. über den Erregungsvorgang. S. 90.

dazu auf, auch letztere in den Muskeln der Warmblüter zu beobachten und zu messen, um sie mit ersterer zu vergleichen.

Indem wir nach einem geeigneten Versuchsobject zur Aufzeichnung der Contractionswelle am lebenden Thiere suchten, fanden wir nach einigen vergeblichen Bemühungen an den Oberschenkelmuskeln des Kaninchens ein solches sehr bald in dem M. sternocleidomast. des Hundes, der zu obigem Zwecke genügend lang und parallelfaserig ist. Es war natürlich nothwendig, die Thiere mit Curare zu vergiften, was der Vorsicht halber mit starken Dosen geschah, und künstliche Respiration zu unterhalten.

Die Aufzeichnung der Contractionswelle des M. sternocl. geschah im Allgemeinen nach derselben Methode, welche in den oben erwähnten Versuchen zur Untersuchung an den Froschmuskeln gedient hatte. Ein metallener Bügel wird über die zeichnende Stelle des Muskels gelegt, welcher auf einer Unterlage horizontal ruht. Das untere Ende des Bügels steht mit dem Zeichenhebel in Verbindung, welcher aus einem elastischen Eisendraht gebildet ist und sich mit Leichtigkeit um seinen festen Punkt bewegt, während das freie, etwas gebogene Ende eine feine Schreibspitze trägt. Zwischen dem unteren Ende des Bügels und dem Schreibhebel ist eine Rolle mit Federn nach dem Princip des Flaschenzuges eingeschaltet, welche die Hubhöhen verdoppelt (s. a. a. O. Fig. 9, S. 79). Die Länge des Schreibhebels betrug ca. 90 Mm., die Entfernung des Angriffspunktes vom Drehpunkte ca. 25 Mm. Je nach Bedürfniss kann man den Hebel am Angriffspunkt mit kleinen Gewichtchen belasten.

Der Muskel wurde, nachdem er in möglichst grosser Ausdehnung freigelegt war, an seinem untern Insertionspunkte mit einem festen Faden umbunden und dann nahe am Knochen losgetrennt. Alsdann lässt er sich bis zur Höhe des Zungenbeins ohne Verletzung grösserer Gefässe leicht herausnehmen, da die Art. sternocl. ziemlich weit oben in den Muskel eintritt. Kleinere Gefässe aber treten am innern Rande in verschiedener Höhe ein und aus, deren Durchschneidung nur geringe Blutung verursacht. Der so präparirte Muskel, der bei langhalsigen Hunden eine ansehnliche Länge besitzt, wird, wie die Versuche

lehren, wenn auch nicht normal, noch bis zu einer gewissen Grenze genügend ernährt.

Zur Lagerung des Muskels diente eine Rinne aus Guttapercha von 9 Cm. Länge und von 1 Cm. im Lichten. Dieselbe auf einer schmalen Glasplatte ruhend, wurde durch einen verschiebbaren Halter festgestellt, und trug ferner in ihrer Höhlung die zwei Paar Drahtelektroden, welche dem Muskel den erregenden Oeffnungsinductionsschlag zuführten. Das freie Ende der Drähte wurde über die obere Fläche des Muskels quer herübergebogen. Der Zwischenraum zwischen den beiden Elektrodenpaaren betrug 30 Mm., während je zwei Elektroden eines Paares ca. 1 Cm. von einander abstanden.

Die Guttapercha-Rinne wurde horizontal und rechtwinklig gegen den Hals des auf den Rücken gelagerten Thieres festgestellt, so dass der Muskel in der ganzen herauspräparirten Länge möglichst schlaff in der Höhlung auf beiden Elektrodenpaaren auflag, damit er sich während der Zuckung nicht in der Längsrichtung verschöbe. Das untere Ende desselben enthielt die zeichnende Stelle zwischen dem entsprechenden Elektrodenpaare, welches „das nähere“ heissen möge, während das unmittelbar am Halse befindliche „das entferntere“ genannt werde.

Zwischen dem näheren Elektrodenpaare befand sich in der Wand der Rinne eine dreieckig ausgekerbte Stelle, über welcher der Bügel auf dem Muskel auflag, um nur von diesem getragen zu werden. Der Bügel hatte meistens eine Länge von ca. 18 Cm., wobei etwaige kleine Schwankungen in der Längsrichtung des Muskels keine merklichen Aenderungen im Stande des Zeichenhebels verursachen konnten. Die Entfernung zwischen dem Bügel und der zunächst gelegenen Elektrode des entfernteren Paares war diejenige, welche die Contractionswelle in den Versuchen zurückzulegen hatte und daher der Messung zu unterwerfen war.[1]) Es wurden deshalb nach beendigter Beobachtung an den erwähnten Punkten zwei Nadeln in den

---

1) Die Reizung des Muskels durch den Inductionsschlag findet gleichzeitig an beiden Elektroden statt (a. a. O. S. 81.),

Muskel *in situ* eingesenkt, und anstatt dem Muskel durch irgend eine Belastung eine künstliche Länge zu geben, haben wir es vorgezogen, durch Anlegung seines unteren Endes an seinen untern Insertionspunkt ihm ungefähr seine natürliche Länge wieder zu verleihen, welche er in der Rückenlage des Thieres bei gestrecktem Kopfe besitzt, und unter dieser Bedingung die Entfernung der Nadeln zu messen, wobei natürlicherweise eine Unsicherheit von einigen Millimetern nicht zu vermeiden ist.[1]) Die zu messenden Längen betrugen meist 45—50—55 Mm., so dass ein kleiner Fehler nicht sehr in Betracht kommen konnte. — Zur Aufzeichnung der Contractionscurven diente uns nun in den ersten Versuchen das von du Bois-Reymond angegebene Federmyographion,[2]) welches in der Handhabung mannigfache Vorzüge darbietet. Die Zeichenvorrichtung wurde neben der äussern Fläche der Glasplatte fest angebracht, während innen gegen die Platte eine elektromagnetisch schwingende Feder mit Zeichenstift von 225 Schwingungen per Sec. gerückt werden konnte; letztere bestimmte die Geschwindigkeit der Platte, welche vor und nach dem Versuche sich immer constant zeigte.

Die erhaltenen Curven leiden an dem Mangel, dass sie sich nur zur Hälfte abbilden, so dass man ihren ganzen Verlauf nicht übersehen kann, aber sie reichen meist bis zum Maximum der Zuckung, so dass man beurtheilen kann, ob sie nahezu gleich hoch ausgefallen sind.

Fig. 1 giebt eine Abbildung einer in Versuch III. 4a erhaltenen Zeichnung mit der darunter befindlichen Curve der schwingenden Feder. Durch die halbe Höhe der Zuckungscurven ist eine horizontale Linie zur Messung der Entfernungen gezogen. Der zeitliche Verlauf geht in der Richtung von links nach rechts, die erste Curve gehört der Reizung an der zeichnenden Stelle, die zweite der an der entfernten Stelle an. Die Zeichnung geschah in den ersten Versuchen auf der berussten

1) Da die Dicke der Muskeln mannigfach variirt, so würde eine Belastung sehr abweichende Längen geben.

2) Poggendorff's Annal. Jubelband. 1874. S. 596.



Glasplatte selbst, welche dann mit verdünnter Collodiumlösung übergossen und der Messung unterworfen wurde. Später haben wir der Bequemlichkeit wegen die Glasplatten mit berusstem Papier überzogen und ebenso genaue Resultate, wie Fig. 1 zeigt, erhalten.

Es ist nun nicht immer möglich, in diesen Versuchen congruent aufsteigende Curventheile zu erhalten, weil, wie es scheint, die Contractionswelle in warmblütigen Muskeln während der Fortpflanzung unter Umständen ihre Form ändern kann. In einigen Fällen steigt sie verhältnissmässig langsamer, in andern aber auch schneller zu derselben Höhe an, welche die direct erzeugte Welle besitzt. Aus diesem Grunde haben wir nicht immer den Abstand der aufsteigenden Curventheile allein messen können, sondern mussten auch den Abstand der Fusspunkte der Curven auf der Abcisse zu Hülfe nehmen. Wo es anging, haben wir beide Entfernungen gemessen, um sie zu vergleichen.

Auch die Höhe der Curven in allen Fällen genau gleich zu erhalten, ist bei der Schwierigkeit der Versuche am lebenden Thiere nicht immer zu erreichen. Wir verwerthen daher auch oft Versuche, in denen die Höhen annähernd gleich sind, wodurch kein wesentlicher Fehler entstehen kann, weil er abwechselnd in positiver und in negativer Richtung ausfällt.

Da die Contractionswelle während ihrer Fortpflanzung continuirlich an Höhe abnimmt, so muss man, um gleich hohe Curven zu zeichnen, an der entfernteren Stelle einen stärkeren Reiz einwirken lassen, als an der näheren. Man prüft zunächst die Zuckung von den entfernten Stellen aus, verstärkt die Schläge so weit, bis erstere hinreichend hoch ist, und sucht

dann den schwächeren Reiz für die nähere Stelle aus. In unserm Falle bilden die Weichtheile des Halses für die ihnen nahe liegenden Elektroden der entfernten Stelle eine wirksame Nebenleitung, so dass auch aus diesem Grunde die Ströme verstärkt werden müssen.

In der folgenden Tabelle sind die Resultate zusammengestellt, welche wir nach der beschriebenen Methode mit dem Federmyographion erhalten haben. G_f bedeutet die durch Messung der Fusspunkte, G_a die durch Messung der Curvenabstände gefundene Geschwindigkeit. Die Details dieser Versuche sind in der Versuchsreihe A. (s. hinten S. 542) angegeben.

	G_f	G_a
Versuch II. Curve 1	2·885	2·635
„ „ „ 2	2·778	3·026
„ „ „ 3	3·033	3.399
„ „ „ 4	3·033	2·727
„ III. „ 4a	3·673	3·741
„ „ „ 4b	4·757	4·295
„ „ „ 5a	3·822	3·912
„ „ „ 5b	3·993	4·099
Mittelwerthe .	3·497	3·479 Meter.

Um nun ferner auch die ganze Länge der Contractionswelle zu verzeichnen, gingen wir zur Benutzung eines Myographion's mit rotirendem Cylinder über, welches nach dem Vorbilde des Helmholtz'schen Apparates schon vor längerer Zeit von Hrn. A. Volkmann für das hiesige Institut construirt worden war. Dasselbe besteht aus einem Uhrwerk, welches durch ein aufgezogenes Gewicht in Bewegung gesetzt und dessen Gang durch Windflügel annähernd gleichförmig gemacht wird. Es besitzt eine Messingtrommel von ca. 13 Cm. Höhe und 400 Mm. Umfang, welche zur Aufzeichnung der Curven dient und die zu diesem Zwecke mit einem berussten Papiere überzogen wird. Wir haben uns überzeugt, dass innerhalb einer Versuchsdauer der Gang des Apparates ausreichend constant blieb.

Nachdem nun unsere Zeichenvorrichtung vor der rotirenden Trommel passend angebracht war, wurden die Versuche unter



ganz denselben Bedingungen wiederholt, unter denen sie mit dem Federmyographion angestellt waren. Die Versuchsreihe B. (s. unten S. 543) giebt uns die Einzelheiten der ausgeführten Versuche an, nebst der Art der Berechnung. In Fig. 2 erblicken wir ein Beispiel zweier Curven aus Versuch III (zweite Reihe Curve 2). Auch hier begegnen wir wieder mancherlei Unregelmässigkeit in der Form der Curven, so dass selten beide einander congruent sind. In dem gegebenen Beispiele sehen wir die erste Curve sich zu einem vorläufigen Maximum erheben, um dann noch zu einem zweiten Maximum anzusteigen, während die zweite gleich ihr Maximum erreicht. Trotzdem sind die aufsteigenden Theile ziemlich congruent und zur Messung verwendbar. Je nach Beschaffenheit der Curven sind demnach in einigen Fällen nur die Abstände der Fusspunkte, in andern die der aufsteigenden Theile gemessen worden. Folgende Tabelle giebt die Resultate der Messung an.

			G_f	G_a
Versuch	I.	1. . .	2·992	— Meter.
„	„	2. . .	3·408	—
„	„	3. . .	3·408	—
„	II.	1. . .	3·293	—
„	„	2. . .	2·503	—
„	„	3. . .	3·575	—
„	III 1.	1. . .	—	3·628
„	„ „	2. . .	—	3·628
„	„ „	3. . .	—	3·628
„	„ „	5. . .	—	3·876
„	„ 2.	2. . .	—	3·504
„	„ „	3. . .	—	3·224
„	IV.	1. . .	—	3·350
„	„	2. . .	—	2·645
		Mittelwerthe:	3·196	3·435

Wir haben schliesslich noch die Marey'sche Zeichenvorrichtung angewendet, welche auf pneumatischem Wege die

Muskelzuckung auf einen Schreibhebel überträgt. Von den beiden Trommeln dieser Vorrichtung wurde die eine, mit ihrer Membran nach unten sehend, senkrecht über dem Muskel festgestellt, welcher in der früheren Weise in der Kautschukrinne gelagert war. Auf die zeichnende Stelle desselben wurde statt des Bügels ein starrer Metallstab von 23 Cm. Länge mit einem gabelförmigen Ende als Reiter senkrecht aufgesetzt, während er mit seiner Spitze gegen die Membran der Trommel stösst und zwar vermittelst einer kleinen darauf befindlichen Elfenbeinplatte, welche eine kleine Vertiefung zur Aufnahme der Spitze besitzt. Ein Kautschukrohr verbindet diese Trommel mit der zweiten, welche den Schreibhebel trägt. Wir liessen die Curven auf dem rotirenden Cylinder aufzeichnen, von denen Fig. 3 ein Beispiel giebt (Versuch II 2. 1.). Zu bemerken ist,

dass die Curven sich nicht im Maximum schneiden, sondern tangiren, ein Verhalten, welches hier häufig eintrat. Trotzdem sind die aufsteigenden Curventheile zur Messung brauchbar Die Versuchsreihe C. (s. unten S. 545) giebt die Einzelheiten der Versuche an, deren Resultate in folgender Tabelle zusammengestellt sind:

No.			G_f	G_a
Versuch	II 1.	2. . .	4·995	3·995
„	„ „	3. . .	(4·994	—)
„	„ „	4. . .	(4·994	—)
„	„ „	5. . .	3·329	3·995
„	„ „	6. . .	3·995	4·540
„	„ 2.	1. . .	3·139	3·330
„	„ „	2. . .	4·395	4·995
„	„ „	3. . .	3·139	3·663
„	„ „	4. . .	3·663	4·395
„	III.	3. . .	5·037	4·030
„	„	5. . .	3·358	3·358
		Mittelwerthe:	3·894	4·033

Wenn wir nun die aus den drei Versuchsreihen erhaltenen Mittelwerthe zusammenstellen:

	G_f	G_a
A. . .	3·497	3·479
B. . .	3·196	3·435
C. . .	3·894	4·033
Mittel:	3·529	3·649
	3·5[illegible]	

so sehen wir, dass dieselben ungefähr zwischen 3 und 4 Metern schwanken, so, dass das gemeinsame Mittel circa 3½ Meter beträgt.

Es frägt sich nun, welchen Werth wir diesen Zahlen beizumessen haben.

Vor Allem müssen wir hervorheben, dass es sich hier um keine constante Grösse handeln hann, welche in allen Fällen als gleich vorauszusetzen wäre, sondern dass die Fortpflanzung der Contraction mit dem Zustande des Muskels wechseln muss, und somit eine Veränderliche ist, die von vielem andern Veränderlichen abhängt. Es ist nicht einmal anzunehmen, dass im unversehrten Organismus, zumal beim Warmblüter, jener Process sich immer gleich bleibe, vielmehr dass er je nach den bestehenden Ernährungsverhältnissen Unterschiede zeigen werde. Diese müssen aber noch viel grösser ausfallen, wenn, wie es in unseren Versuchen nothwendig war, der Muskel blossgelegt, an seinem untern Ende abgelöst, und unter ungünstige Ernährungsbedingungen versetzt wird, während er zugleich der Abkühlung ausgesetzt ist. Wenn man nun bedenkt, wie schnell die Contractilität der Muskeln warmblütiger Thiere nach der Herausnahme aus dem Körper oder nach dem Tode erlischt, so wird es nicht Wunder nehmen, dass die erhaltenen Werthe nicht unbedeutenden Schwankungen unterliegen, und wir werden annehmen können, dass dieselben nicht nur von Fehlern des Versuchs und der Messung, sondern auch zum grossen Theil von verschiedenartigen Zuständen der Muskelsubstanz herrühren.

Wir machen nun die Bemerkung, dass in der letzten Versuchsreihe C die Werthe im Allgemeinen etwas höher ausfallen als in den beiden ersten. Dies liegt gewiss nicht an dem Unterschiede der Versuchsmethode, sondern höchst wahrscheinlich daran, dass wir bei den letzten Versuchen in der Präparation des Muskels und der Ausführung geübter waren als vorher, so dass nach geringerem Zeitverlust die Muskeln in einem besseren Ernährungszustande geprüft wurden. Wir möchten daher diese Zahlen als die sichersten betrachten, und wenn es erlaubt ist, hieraus auf den Vorgang im unversehrten Körper zu schliessen, so dürfte die wahre Geschwindigkeit der Contractionswelle vielleicht auf 4 — 5 Meter zu schätzen sein.

Das Stadium der latenten Reizung ist in einem Falle zu 0·017 Sec. (A II. 3.), in einem andern zu 0·028 Sec. (B. III 1. 5.) bestimmt worden. Es weicht, wie man sieht, nicht erheblich von der an Froschmuskeln beobachteten Grösse ab, unterliegt aber wahrscheinlich auch nicht unbeträchtlichen Schwankungen. Genauere Versuche haben wir hierüber nicht angestellt.

Die Form der Contractionswelle erscheint in den Versuchsreihen B und C nicht gleichförmig. In B verharrt die Curve oft längere Zeit auf ihrem Minimum und zeigt auch öfter zwei, ein kleineres und ein schnell folgendes grösseres Maximum. In C dagegen besitzen alle Curven eine sehr regelmässige Gestalt, wie Fig. 3 zeigt, die eben deshalb die Form der Contractionswelle nicht genau nachahmen kann, weil der Zeichenhebel von der Kautschukplatte geworfen wird. Inwiefern die Form der Contractionswelle durch verschiedene Zustände des Muskels Veränderungen erleidet, müsste besonders untersucht werden.

Die Dauer der Contractionswelle ist in einigen Fällen bestimmt worden: 0·4395 Sec. (B. II.); 0·4975" (B. III.); 0·2703" (C. II.); 0·3576" (C. III. 3.); 0·3127" (C. III. 5.). Sie fällt also verschieden gross aus, je nach Zuständen des Muskels.

Im Allgemeinen erscheint sie eben bedeutend grösser als die der Froschmuskeln, welche zwischen 0·05" und 0·09" schwankt. Dem entsprechend muss auch die Länge der Contractionswelle im Hundemuskel grösser sein als im Frosch-

muskel (198 — 380 Mm.), was sich in folgenden Werthen ergiebt: 1928 Mm. (B. III.), 1571 Mm. (B. II.), 1080 Mm. (C. II.), 1050 Mm. (C. III. 5.). Diese Werthe für Länge und Dauer übertreffen jene des Froschmuskels im Mittel um das 5fache. Es entsteht mithin die Frage, ob sie dem Muskel der Warmblüter eigenthümlich, oder ob sie etwa durch die experimentellen Bedingungen hervorgerufen sind.

Mit Hülfe der Marey'schen Methode waren wir glücklicherweise im Stande, diese Frage zu lösen, indem wir den reitenden Stab auf die unverletzte Haut des lebenden Thieres oberhalb bestimmter Muskelpartien aufsetzten und durch zu beiden Seiten eingesenkte Nadeln den Inductionsschlag zuführten. In diesem Falle kann die Ausbreitung des Reizes, die Form der zuckenden Muskeln von keinem Belang sein, denn die gezeichnete Curve giebt uns die Contractionswelle der unter dem Stab befindlichen Muskelquerschnitte, gleichgültig, ob sie einem oder mehreren Muskeln angehören. Es wurden als Object die Wadenmuskeln und die inneren Oberschenkelmuskeln des Kaninchens gewählt, und es zeigte sich am normalen Thiere eine Contractions-Dauer von 0·1432" — 0·1394" — 0·1592" für die Wadenmuskeln, und für die Oberschenkelmuskeln eine Dauer von 0·07723" — 0.08688". Wir erkennen hieraus, dass unter normalen Ernährungsbedingungen der Kaninchenmuskel keineswegs eine so lange Contractionsdauer besitzt als der freigelegte Hundemuskel. Die zuletzt erhaltenen Werthe für die Oberschenkelmuskeln nähern sich vielmehr denen der Froschmuskeln beträchtlich, während die grösseren Werthe für die Wadenmuskeln darauf hinzuweisen scheinen, dass sich nicht alle Muskeln gleich verhalten. Jedenfalls ersehen wir hieraus, dass die lange Contractionswelle des blossgelegten Hundemuskels durch die abnormen Ernährungsbedingungen hervorgerufen und dass eine solche dem Muskel der Warmblüter keineswegs im Allgemeinen eigenthümlich ist.

Wir wenden uns nun zur Beschreibung derjenigen Beobachtungen, welche wir über die negative Schwankung an den Muskeln der genannten Thiere gemacht haben.

Die Versuche am M. sternocl. des Hundes wurden in der-

selben Weise vorbereitet wie vorher. Nach der Vergiftung mit starken Dosen Curare und Einleitung der künstlichen Respiration, wurden an dem in beschriebener Weise freigelegten Muskel die eine Elektrode zur Ableitung des Muskelstromes an den unten befindlichen Querschnitt, die andere an einen Punkt des Längsschnittes angesetzt. Es war hierbei nothwendig, den Muskel gut zu fixiren, indem er entweder durch einen festen Faden am Querschnitt abgebunden, durch diesen schräg in die Höhe gehalten und an einem isolirten Halter festgebunden wurde, oder indem er auf einer auf Glas befestigten Korkplatte festgesteckt wurde. Die erregenden hakenförmigen Metallelektroden wurden soweit als möglich entfernt angelegt.

Ein unerwartetes Ereigniss stellte sich aber nun der Ausführung der Versuche hindernd entgegen. Es bestand darin, dass der compensirte Muskelstrom bei der gewöhnlichen Art der Tetanisirung des Muskels durch den Schlittenapparat (mit Helmholtz'scher Einrichtung) statt einer negativen Schwankung einen starken positiven Zuwachs erhielt. Der Verdacht auf Stromschleifen wurde unter Anderm am Besten dadurch ausgeschlossen, dass beim Tetanisiren mit unterbrochenen constanten Strömen beide Richtungen positive Ausschläge ergaben. Zuweilen aber kam dennoch eine negative Schwankung zum Vorschein, viel kleiner als jener positive Ausschlag, und namentlich war dies an dem ausgeschnittenen Muskel der Fall. Die Resultate waren daher manchmal sehr verworren, doch kamen wir schliesslich zu der Ueberzeugung, dass der positive Ausschlag wahrscheinlich durch Neigungsströme hervorgerufen werde, welche wohl dadurch entstehen, dass die äusseren Muskelfasern von den anliegenden Elektroden aus stärker gereizt werden als die innern und so den Querschnitt schief ziehen. Namentlich spricht dafür, dass der ausgeschnittene, nur schwach noch zuckende Muskel und auch häufig der ungespannte Muskel nur negative Schwankung zeigten.

Da der ausgeschnittene Frosch-Sartorius und ebenso der mit dem Körper eines curaresirten Frosches an seinem Hilus noch zusammenhängende Muskel, in gleicher Weise behandelt, nur negative Schwankungen seines Stromes giebt, so ist wohl nur

die Dicke des Hundemuskels an der positiven Ablenkung Schuld, und wir vermutheten daher, dass die dünnern Kaninchenmuskeln uns ein reineres Resultat geben würden. In der That haben wir in einigen Versuchen an diesen Muskeln die negative Schwankung ohne Störungen beobachten können, aber trotzdem traten doch in vielen Fällen auch grosse positive Ausschläge ein. Nichtsdestoweniger machten wir uns an den Versuch, die Geschwindigkeit der negativen Schwankung zu ermitteln, indem wir uns des Rheotoms bedienten, und nach den bereits bekannten Regeln[1]) verfuhren. Wir glaubten sogar, durch dieses Hülfsmittel innerhalb der positiven Ablenkung die negative Schwankung in gereinigter Form beobachten zu können.

Leider stellte sich aber dem Verfahren eine neue Schwierigkeit entgegen. Denn während bei dauernd geschlossenem Muskelstrom etwaige Stromschleifen der abwechselnd gerichteten Reizströme nicht zur Wahrnehmung gelangten, traten nun solche deutlich auf, als das Rheotom zur Anwendung kam, durch welches sie getrennt wurden, und ebenso die von den Stromzweigen etwa abhängigen inneren Polarisationen. Der Polwechsel an der secundären Spirale, welcher die beobachtete Ablenkung in diesen Fällen umkehrte, überzeugte davon, dass solche Störungen im Spiele waren. Zwar erschien auch zuweilen eine vom Polwechsel unabhängige negative Ablenkung, aber diese war leider meist zu schwach, um mit Sicherheit gemessen werden zu können und wurde durch jene Störungen meist verdeckt. Unter vielen vergeblichen Versuchen sind uns nur zwei am Kaninchen einigermaassen geglückt (s. Versuchsreihe D.). Der erste derselben ergab in mehreren Beobachtungen Geschwindigkeiten, welche von 2·040 bis 4·080 und 5·981 Meter schwankten, der zweite ergab einen constanteren Werth von 2·205 M.

Obgleich nun diese Zahlen keineswegs genügen, um einen Mittelwerth zu berechnen, so ersieht man aus ihnen doch soviel, dass die Geschwindigkeiten der negativen Schwankung und der Contractionswelle ungefähr innerhalb derselben Grenzen gelegen sind. Die Ernährungsverhältnisse des Muskels sind zudem in

1) A. a. O. S. 48.

diesen Versuchen ungünstiger als die des Hundemuskels, welcher die Contractionswelle gab, weil der Querschnitt höher oben angelegt werden musste, und das hiermit verbundene schnellere Absterben wohl auf den Vorgang verzögernd einwirken und Inconstanz verursachen kann.

Wir gingen schliesslich dazu über, die Schwankungen des Muskelstroms bei Nervenreizung zu untersuchen, in welchem Falle sich der zeitliche Ablauf des Vorganges in dem abgeleiteten Muskelstück mit Genauigkeit bestimmen lässt.

Wir wählten als das bequemste Object die Wadenmuskeln mit dem N. ischiad. des lebenden Kaninchens. Die Blosslegung der Muskeln durch einen longitudinalen Hautschnitt und die Präparation eines hinlänglich langen Nerven macht durchaus keine Schwierigkeiten, wenn man die Hautvenen sorgfältig schont.

Die ableitenden Elektroden wurden immer auf den mittleren Theil des Wadenmuskels gesetzt, welcher M. Gastrocnem. lateralis (s. Krause, Anat. des Kaninchens) genannt worden ist, indem die eine Elektrode den Kopf, die andere den untern Theil des Muskels nahe der Achillessehne oder einen dort angebrachten künstlichen Querschnitt[1]) berührt. Auf diese Weise erhält man natürlich keineswegs einen nur dem Gastr. angehörigen Strom, sondern eine Resultante aus diesem und dem aller übrigen damit in leitender Verbindung stehenden Muskeln des Schenkels (abgesehen von andern Ungleichartigkeiten), aber es ist immerhin anzunehmen, dass in dieser Resultante der Einfluss des direct abgeleiteten Muskels bei Weitem überwiegt und dass eintretende Aenderungen vorzüglich diesem angehören werden. Auf ein Herauspräpariren und Isoliren des Muskels, wodurch man fremde Beimengungen ausschliessen könnte, mussten wir begreiflicher Weise verzichten.

Die Versuchsreihe E. (s. 547) zeigte uns nun folgende Resultate: Wir erhielten vom unverletzten, ganz entblössten Muskel unter vier Fällen zweimal einen absteigenden Strom, wie dies du Bois-Reymond an dem abgetrennten Unterschenkel gefunden

1) Hierbei wurde auch der M. plantaris mit durchschnitten.

hatte,[1]) und zweimal einen aufsteigenden. Diese Ströme waren immer sehr schwach, und mit unserm Rheochord kaum zu compensiren. Auch der von der Fascie noch bedeckte Muskel zeigte einen Strom, der in Versuch 5 aufsteigend gerichtet war, während nach der Entblössung der Strom sich umkehrte.

Wir beobachteten im ersten Versuch einen aufsteigenden Ruhestrom von + 45 Sc. Ablenkung, und bei der Nervenreizung eine negative Schwankung von − 36 bis − 24 Sc. Bis dahin war der Muskel noch von der ziemlich derben Fascia crur. bedeckt. Nachdem dieselbe gespalten war, gab der Muskel einen Ruhestrom von + 33 Sc. in aufsteigender Richtung, und eine negative Schwankung von − 30 Sc. Nun wurde ein künstlicher Querschnitt im unteren Drittel des Muskels angelegt, es erfolgte ein starker Ausschlag eines aufsteigenden Muskelstromes gleich 12 Mm. Compensatorgraden[2]) (1 Daniell) und bei der Reizung eine negative Schwankung von − 70 Sc.

Die in dem unverletzten Muskel auftretende Schwankung während der Contraction war nicht immer negativ gegen den Ruhestrom, sondern besass auch einige Male dieselbe Richtung. Diese sehr unregelmässigen Erscheinungen, sowie die Ruheströme des unverletzten Muskels bedürften wegen des complicirten Baues desselben einer besondern Untersuchung.

Der Strom vom künstlichen Querschnitt und Längsschnitt zeigt dagegen, wie zu erwarten, mit grosser Regelmässigkeit nur negative Schwankung.

Ebenso regelmässig gestalten sich auch die Erscheinungen, sobald man den Vorgang mit Hülfe des Rheotoms zergliedert, sowohl am unverletzten als an dem mit künstlichem Querschnitt versehenen Muskel. In dem letztern Falle beobachtet man den

---

1) S. Untersuchungen u.s.w., II. Bd. 2. Abth. S. 340. In diesen Versuchen wurde der Strom vom Oberschenkelknochen und der unteren Gelenkfläche der Tibia abgeleitet. Bei der directen Reizung der Muskeln durch quergestellte Elektroden entstand eine negative Schwankung des abgeleiteten Stromes. Diese Resultate können mit den unsrigen nicht direct verglichen werden, da sie unter ganz anderen Bedingungen erhalten sind.

2) Der Compensator enthielt einen $^1/_5$ Mm. dicken Eisendraht.

Verlauf der negativen Schwankungscurve, welche mit der an Froschmuskeln gewonnenen im Wesentlichen übereinstimmt. Die Dauer der negativen Schwankung wurde in einem Versuch (Versuch 2a u. c) zu 0·00339 bis 0·001849" bestimmt, Werthe, welche auch an Froschmuskeln beobachtet sind. In allen Versuchen zeigt sich ferner eine Zeit zwischen Nervenreizung und Beginn der negativen Schwankung, welche in dem angeführten Versuche 0·00257 und 0·002311" betrug.

Der unverletzte Muskel ergab bei der Contraction ganz dieselbe Stromesschwankung, welche bereits von Sig. Mayer[1]) am Froschgastrocnemius mit Hülfe des Rheotoms beobachtet wurde. Dieselbe besteht aus einem Wechselstrome, welcher erst in absteigender, dann in aufsteigender Richtung den Muskel durchfliesst. Auch hier finden wir eine Zeit zwischen Nervenreizung und Beginn des Processes, welche in zwei Versuchen (3a u. 5) eine Dauer von 0·002783" einnahm. Die Dauer der ganzen Stromesschwankung ist grösser als bei Ableitung vom künstlichen Querschnitt und betrug in den erwähnten Versuchen 0·009647 und 0·01020".

Von du Bois-Reymond[2]) ist ermittelt worden, dass die positive (aufsteigende) Schwankung am Froschgastrocnemius Nichts anders bedeutet, als die negative Schwankung eines absteigenden Stromes, der durch die obere Sehne erzeugt wird, während die negative (absteigende) Schwankung dem Strom der untern Sehne angehört.

Obgleich nun der Bau des Kaninchenmuskels von dem des Froschmuskels nicht unerheblich abweicht, so ist doch, wie wir sahen, der Verlauf der Stromesschwankung in beiden derselbe, und es ist daher vorauszusetzen, dass auch bei ersterem die oberen Sehnenenden das Auftreten einer positiven Schwankung hervorrufen.

---

1) Dies Archiv 1868.
2) Ebendas. 1873.

Versuchsreihen A, B, C.

A. Federmyographion.

Versuch II.

Die Wellenlängen der schwingenden Feder von $\frac{1}{225}$ Sec. zeigen folgende Werthe in ihrer Reihenfolge vom Anfangspunkte ab: 3·2 – 6·8 – 9·7 – 10·3 – 11 – 10 – 10 – 9·5 – 9·3 – 9·2 – 8·7 – 8·3 – 8·3 – 7·7 – 7·3 – 7·2 Mm.

Die Geschwindigkeit steigt, wie man sieht, schnell zu einem Maximum an, welches hier bei 11 liegt, und sinkt allmäliger ab. Der Beginn der Zuckungen fällt meist in das Maximum hinein.

Zuckungscurven 1. (Hund von 4 Klgrm.)

Entfernung des Anfangspunktes bis zum Fusspunkte der ersten Curve: $A = 31$ Mm.

Abstand der Fusspunkte beider Curven: $f = 32$ Mm.

Höhen beider Curven: h_1 u. $h_2 = 2·7$ Mm.

Halbe Längen der Curven $\frac{L}{2} = 100$ Mm.

Die gemessene Muskelstrecke: $l = 40$ Mm.

Der Zeitunterschied zwischen den beiden Curven sei τ, dann ist $G = \frac{l}{\tau}$. Für die Fusspunkte ist:

$$\tau = \frac{16}{11 \cdot 225} + \frac{2}{225} + \frac{2}{9·5 \cdot 225}; \quad G_f = 2·885 \text{ Meter.}$$

Der Abstand der aufsteigenden Theile beider Curven: $a = 32$ Mm.

Abstand des Anfangspunktes vom Durchschnittspunkte der ersten Curve: $D = 58$ Mm.

$G_a = 2·635$ M.

Zuckungscurven 2.

$A = 32$, $f = 35$, h_1 u. $h_2 = 3$ Mm.

$l = 40$, $\frac{L}{2} = 100$.

$D = 58$, $a = 28$.

$G_f = 2·778$ M., G_a 3·026 M.

Zuckungscurven 3.

$A = 30$, $f = 30$. h_1 u. $h_2 = 2·5$.

$l = 40$,

$D = 58$, $a = 25$.

$G_f = 3·033$ M., $G_a = 3·399$ M.

Latente Reizung $t_r = 29$ Mm. $= 0·01735$ Sec.

Zuckungscurven 4.

$A = 30$, $f = 30$, $h_1 = 3$, $h_2 = 2{\cdot}5$.
$l = 40$,
$D = 58$, $a = 31$.

$G_f = 3{\cdot}033$ M., $G_a = 2{\cdot}727$ M.

Versuch III. (Hund von 6 Klgrm.)

Die Wellenlängen der schwingenden Feder sind: 3·5 — 7·0 — 9·5 — 11·0 — 10·5 — 10·5 — 10·5 — 9·5 — 9·0 — 8·5 — 8·3 — 8·0.

Zuckungscurven 4a.

$A = 25$, $f = 26$, $h_1 = 6$, $h_2 = 7$ Mm.
$l = 40$,
$D = 40$, $a = 25$.

$G_f = 3{\cdot}673$ M., $G_a = 3{\cdot}741$ M.

Zuckungscurven 4b.

$A = 28$, $f = 20$, $h_1 = 6{\cdot}5$, $h_2 = 6$,
$a = 22$, $D = 40$.
$l = 40$.

$G_f = 4{\cdot}757$ M., $G_a = 4{\cdot}295$ M.

Zuckungscurven 5a.

$A = 25$, $f = 25$, $h_1 = 5$, $h_2 = 6$,
$a = 24$, $D = 40$, $l = 40$.

$G_f = 3{\cdot}822$ M. $G_a = 3{\cdot}912$ M.

Zuckungscurven 5b.

$A = 25$, $f = 24$, $h_1 = 5$, $h_2 = 5{\cdot}5$,
$a = 25$, $D = 39$, $l = 40$.

$G_f = 3{\cdot}993$ M., $G_a = 4{\cdot}099$ M.

B. Cylinder-Myographion.

Versuch I. (Hund von 4·5 Kl.)

Die Anzahl der Umdrehungen des Cylinders in 1 Minute: $n = 34$.
Der Umfang des berussten Papiers auf dem Cylinder: $U = 401$ Mm.

Curven 1.

$l = 45$, $f = 3{\cdot}5$, h_1 u. $h_2 = 3$ Mm.
$L = 100$ Mm.

$$G_f = \frac{l \cdot n \cdot U}{f \cdot 60} = 2{\cdot}992 \text{ M.}$$

Curven 2.

$l = 45$, $f = 3$, $h_1 = 2$, $h_2 = 2{\cdot}5$.

$G_f = 3{\cdot}408$ M.

Curven 3.

$l = 45$, $f = 3$, $h_1 = 2$, $h_2 = 2·5$.

$G_f = 3·408$ M.

Versuch II.

Curven 1.

$n = 34$, $U = 401·5$.

$f = 3·8$, $h_1 = 4$, $h_2 = 3·5$.

$l = 55$.

$G_f = 3·293$ M.

Curven 2.

$f = 5$, $h_1 = 3·6$, $h_2 = 3·3$.

Das Uebrige wie 1.

$G_f = 2·503$ M.

Curven 3.

$f = 3·5$; das Uebrige wie 2. $L = 100$.

$G_f = 3·575$ M.

Versuch III.

Erste Reihe.

Curven 1. $l = 54$, $U = 402$, $n = 30$

$a = 3$, $h_1 = 6$, $h_2 = 6$.

$G_a = 3·628$ M.

Curven 2. $h = 6$, $h = 7$, das Andre wie 1.

$G_a = 3·628$ M.

Curven 3. Wie 2. $G_a = 3·628$ M.

Curven 5.

$a = 2·8$, $h_1 = 6$, $h_2 = 6·5$, $L = 100$.

Das Andere wie 1.

$G_a = 3·876$ M.

Latente Reizung = 5·8 Mm. = 0·02885 Sec.

Muskel wieder zurückgelegt.

Zweite Reihe.

Curven 2.

$l = 40$, $U = 403$, $n = 30$

$a = 2·3$, $h_1 = h_2 = 6·5$

$G_a = 3·504$ M.

Curven 3.

$a = 2·5$, $h_1 = h_2 = 6$, das Andere wie 2.

$G_a = 3·224$ M.

Versuch IV.

$l = 50$, $U = 402$, $u = 30$.

Curven 1.

$a = 3$. $h_1 = h_2 = 5$.

$G_a = \mathbf{3{\cdot}350}$ M.

Curven 2.

$a = 3{\cdot}8$, $h_1 = 2$, $h_2 = 3{\cdot}2$.

$G_a = \mathbf{2{\cdot}645}$ M.

C. Marey'sche Methode am Cylinder-Myographion.

Versuch II.

Erste Reihe.

$U = 400{\cdot}5$, $l = 45$, $n = 33{\cdot}25$.

Curven 2. Schneiden sich nicht, steigen aber parallel auf.
$h_1 = 5{\cdot}5$, $h_2 = 4{\cdot}8$, $L = 60$, $f = 2$, $a = 2{\cdot}5$.
$G_f = \mathbf{4{\cdot}994}$, $G_a = \mathbf{3{\cdot}995}$.

Curven 3. Schneiden sich zweimal. $h_1 = 3{\cdot}2$, $h_2 = 4{\cdot}5$. $f = 2$.
$G_f = \mathbf{4{\cdot}994}$.

Curven 4. Schneiden sich zweimal. $h_1 = h_2 = 4{\cdot}5$, $f = 2$.
$G_f = \mathbf{4{\cdot}994}$.

Curven 5. Schneiden sich nicht, steigen aber parallel auf.
$h_1 = 4{\cdot}5$, $h_2 = 4{\cdot}2$, $f = 3$, $a = 2{\cdot}5$.
$G_f = \mathbf{3{\cdot}329}$, $G_a = \mathbf{3{\cdot}995}$.

Curven 6. Schneiden sich nicht, sind aber nahezu parallel.
$h_1 = 5$, $h_2 = 4{\cdot}7$, $f = 2{\cdot}5$, $a = 2{\cdot}2$.
$G_f = \mathbf{3{\cdot}995}$, $G_a = \mathbf{4{\cdot}540}$.

Zweite Reihe.

$U = 400{\cdot}5$, $l = 50$, $n = 33$.

Curven 1. $h_1 = h_2 = 5$, tangiren sich im Maximum. $f = 3{\cdot}5$, $a = 3{\cdot}3$.
$G_f = \mathbf{3{\cdot}139}$, $G_a = \mathbf{3{\cdot}330}$.

Curven 2. $h_1 = 5$, $h_2 = 4{\cdot}7$, $f = 2{\cdot}5$, $a = 2{\cdot}2$.
$G_f = \mathbf{4{\cdot}395}$, $G_a = \mathbf{4{\cdot}995}$.

Curven 3. $h_1 = 5$, $h_2 = 4$, $f = 3{\cdot}5$, $a = 3$.
$G_f = \mathbf{3{\cdot}139}$. $G_a = \mathbf{3{\cdot}663}$.

Curven 4. $h_1 = 4$, $h_2 = 3{\cdot}8$, $f = 3$, $a = 2{\cdot}5$.
$G_f = \mathbf{3{\cdot}663}$, $G_a = \mathbf{4{\cdot}395}$.

Versuch III.

$U = 401$, $l = 45$, $n = 33{\cdot}5$.

Curven 3. Schneiden sich nicht, steigen aber parallel auf.

$h_1 = 5$, $h_2 = 4$, $L = 80$, $f = 2$, $a = 2{\cdot}5$.

$G_f = 5{\cdot}037$. $G_a = 4{\cdot}030$.

Curven 5. Ebenso, $h_1 = 4{\cdot}5$, $h_2 = 3{\cdot}5$, $L = 70$, $f = 3$, $a = 3$.

$G_f = 3{\cdot}358$. $G_a = 3{\cdot}358$ M.

Versuchsreihe D.

Versuch 1.

M. sternocl. des Kaninchens (curarisirt) vom oberen Insertionspunkte getrennt, am unteren gereizt.

Erregende Elektroden $pp = 5$ Mm.

Ableitende Elektr. am Längs- und künstlichen Querschnitt $lq = 15$ Mm.

Entfernung $pl = 15$ Mm.

Reizung durch Inductionsströme des Schlittenapparates mit 6 Grove. Der Draht *d* am Rheotom ist durch eine schmale Quecksilberrinne ersetzt (besserer Contact).

$Sch_1 = 0{\cdot}9290$ $UF = 24$

$Sch_2 = 0{\cdot}9900$. $U = \frac{51}{5} Ur$.

			Der Muskel wird kurze Zeit unter die Haut gelegt.		
No.	*Sch.*	*A.*	No.	*Sch.*	*A.*
1.	0·9900	0	7.	0·9700	− 2
2.	0·9700	0	8.	0·9800	− 2
3.	0·9500	− 2		Polwechsel.	
4.	0·9300	− 2	9.	0·9900	0
5.	0·9600	− 1·5	10.	0·9800	0
6.	0·9700	− 1·5	11.	0·9700	− 1

Der Anfang der neg. Schw. ist sehr unbestimmt, liegt bei

$Sa_1 = 0{\cdot}9600$

$Sa_2 = 0{\cdot}9800$

$Sa_3 = 0{\cdot}9750$.

$G_1 = 2{\cdot}040$, $G_2 = 5{\cdot}981$, $G_3 = 4{\cdot}080$ M.

Versuch 2.

Alles wie in Versuch 1. Reizung mit dem constanten Strom von 6 kleinen Grove.

$Sch_1 = 0{\cdot}9350$ $UF = 24{\cdot}5$
$Sch_2 = 0{\cdot}9730.$ $U = 12{\cdot}6$ $Ur.$
Compensator (1 Daniell, ½ Mm. dicker Eisendraht) = 35 Mm.
$NS = -11$, -5 (Polwechsel).

No.	*Sch.*	*A.*	No.	*Sch.*	*A,*
1.	0·9800	0	12.	0·9000	– 2·5
2.	0·9500	0	13.	0·8800	– 3
3.	0·9400	– 1	14.	"	– 3
4.	0·9400	– 1		Polwechsel.	
5.	0·9300	– 1	15.	"	– 4
	Polwechsel.		16.	0·8300	– 2
6.	0·9300	– 1	17.	0·9800	0
7.	0·9200	– 0·5	18.	0·9500	0
8.	0·9200	– 2	19.	0·9400	– 1
	Polwechsel.		20.	"	– 1
9.	0·9200	– 2	21.	0·9300	– 1
	Polwechsel.		22.	0·9200	– 1
10.	0·9200	– 1·5			
11.	0·9100	– 2			

$pl = 12$ Mm. $S_a = 0{\cdot}9450.$ $lq = 30$ Mm.
$G = 2{\cdot}205$ M.

Versuchsreihe E.

Versuch 1. (Kaninchen.)

Gastrocn. von der Fascie bedeckt.
Gegenseitige Entfernung der ableitenden Elektroden: $ll = 20$ Mm.

Ruhestrom aufsteigend. Abl.[1])	Nervenreizung.	
	Strom-Schwank.	Rollenentfernung des Schlitten. (1 Daniell mit Helmholtz'scher Einrichtg.)
Λ 45 Sc.	31 V	150 Mm.
"	36 "	"
"	24 "	"
"	24 "	"
	Pause.	
Λ 35 Sc.	42 "	"
"	26 "	"

1) Alle aufsteigenden Ströme werden im Folgenden durch Λ, die

	Muskel von der Fascie entblösst.	
Λ 33	30 V	„
Cpr. (1 D.) (Compensatorgrade.)	Künstlicher Querschnitt im unteren Drittel, $lq = 15$ Mm.	
Λ 12 Mm.	70 V	„
„	55 „	„

Versuch 2.
Kaninchen, Gastrocn. entblösst.

Unverletzter Muskel.		Künstlicher Querschnitt.		
Ruhestrom.	Schw. b. Nervenreiz.	Cpr.	Schwank. b. Nervenreiz.	Rollenentf.
Λ 10 Sec.	19 Λ	Λ 35 Mm.	52 V	0
		„ 32 „	60 „	100

Rheotomversuch.

$Sch_2 = 0{\cdot}9330$ $UF = 29{\cdot}5$
$Sch_1 = 0{\cdot}9810$ $U = 13{\cdot}2$.

No.	Sch.	A.
a) $lq = 5-8$ Mm.		
1.	0·9860	1 V
2.	0·9700	42 „ ?
3.	0·9500	9 „
4.	0·9600	3 „
5.	0·9300	16 „
6.	0·9100	8·5 „
7.	0·8900	2 „
b) $lq = 25$ Mm.		
8.	0·9860	0 V
9.	0·9760	5 „
10.	0·9660	1 „
11.	0·9560	5 „
12.	0·9460	6 „
c) $lq = 12-15$ Mm.		
13.	0·9860	0 V
14.	0·9760	1 „
15.	0·9660	2 „
16.	0·9560	8 „
17.	0·9460	11 „
18.	0·9360	12 „
19.	0·9260	12 „
20.	0·9060	3 „
21.	0·8860	1 „
22.	0·8660	1·5 „
23.	0·8360	1 „
d) Pause, $lq = 5-10$ Mm. Cpr. (1 D.) = 20 Mm.		
24.	0·9860	1·5 V
25.	0·9760	1·5 „
26.	0·9660	1 „
27.	0·9560	5 „
e) $lq = 20$ Mm.		
28.	0·9860	0 V
29.	0·9760	1 „
30.	0·9660	5 „
f) $lq = 5-10$ Mm.		
31.	0·9660	1 V
g) $lq = 20$ Mm.		
32.	0·9660	1 „
33.	0·9560	6 „

absteigenden durch V bezeichnet werden, sowohl in Scalentheilen als in Compensatorgraden.

No.	Sch.	A.	No.	Sch.	A.
	h) lq – 10 Mm.			i) lq = 20 Mm.	
34.	0·9560	5 „	36.	0·9610	3 „
35.	0·9610	2·5 „			

Versuch 3.

Kaninchen, Gastrocn. entblösst.

a) Unverletzter Muskel.

Ruhestrom: 10 V.

Schwankung: 22 Λ.

.Rheotomversuch.

$Sch_1 = 0·9300$ $UF = 24·5$

$Sch_2 = 0·9930$ $U = 13·2$.

No.	Sch.	A.	No.	Sch.	A.
1.	0·9430	4 V	13.	0·8730	0
2.	0·9930	0	14.	0·8530	0
3.	0·9830	0	15.	0·8000	0
4.	0·9730	1.5 V	16.	0·9130	6 Λ
5.	0·9630	6·5 „			
6.	0·9530	3 „		Ohne Rheotom.	
7.	0·9430	2 „		Ruhestrom: 38 V	
8.	0·9330	1 V		Schwankung: 19 V	
9.	0·9230	6 Λ			
10.	0·9130	4 „		ll = 15 Mm.	
11.	0·9030	1·5 „			
12.	0·8930	0			

b) Künstlicher Querschnitt des Muskels im untern Drittel

$lq = 5 \div 8$ Mm.

Ruhestrom: Λ 20 Mm. Cpr. (1 D.)

Schwankung: V 13 Sc.

Rheotom.

No.	Sch.	A.	No.	Sch.	A.
1.	0·9930	0		lq = 15 – 18 Mm.	
2.	0·9830	0	5.	0·9630	2 V
3.	0·9730	1 V	6.	0·9730	1 „
4.	0·9630	4 „	7.	0·9830	3 „

No.	Sch.	Δ.	No.	Sch.	A.
	$lq = 5-8$ Mm.			$lq = 15-20$ Mm.	
8.	0·9830	1·5 V	18.	0·0030	1 V
9.	0·9930	0	19.	0·9930	0
10.	0·9930	2 V	20.	0·9830	1 „
11.	0·9830	2·5 „	21.	0·9730	0
12.	0·0030	0	22.	0·9630	4 V
13.	0·9930	?.4 V	23.	0·9530	3·5 „
14.	0·9830	2 „	24.	0·9430	3 „
15.	0·9730	1 „			
16.	0·9630	5 „		$UF = 25$	
17.	0·9530	9 „		$U = 13·5$.	

Versuch 4.

Kaninchen, Gastrocn. mit künstlichem Querschnitt im untern Drittel.
$lq = 5-10$ Mm.

Ruhestrom: Λ 23 Mm. Cpr.
Schwenkung: V 43 Sc., Rollenentf. 100 Mm.
„ „ „ 114 „ „ 60 „

Rheotom:

$Sch_1 = 0·9840$ $UF = 24·75$
$Sch_2 = 0·9300$. $U = 13$. Rollenentf. 60 Mm.

	$lq = 5-10$ Mm.			$lq = 25-30$ Mm.	
No.	Sch.	A.	No.	Sch.	A.
1.	0·9840	2 V	10.	0·9840	2 V
2.	0·9740	1 „	11.	0·9740	1 „
3.	0·9640	4·5 „	12.	0·9640	1·5 „
4.	0·9540	8 „	13.	0·9540	6 „
5.	0·9440	9·5 „	14.	0·9440	7 „
6.	0·9340	8·5 „	15.	0·9340	5 „
7.	0·9240	6 „	16.	0·9240	4 „
8.	0·9140	1 „	17.	0·9140	0 „
	Polwechsel am Nerven.		18.	0 9040	4 Λ?
9.	0·9440	7·5 V	19.	0·8940	0
			20.	0·8840	0
			21.	0·7800	0
			22.	0·2000	0

Länge der Nervenstrecke 40 Mm.

Versuch 5.

Kaninchen, Gastrocn. von der Fascie bedeckt.
Ruhestrom: ∧ 66 Sc. (Elektr. geben 25 Sc. ∧).

Muskel entblösst, unverletzt.
Ruhestrom: ∨ 11 Sc.
Schwankung: 0.

Rheotom:

$Sch_I = 0{\cdot}0120$ $UF = 24{\cdot}5$
$Sch_2 = 0{\cdot}9620.$ $U = 13{\cdot}2.$
$ll = 30$ Mm.
Nervenstrecke = 30 Mm.
Der N. peronaeus ist durchschnitten.

No.	*Sch.*	*A.*	No.	*Sch.*	*A.*
1.	0.9920	7 ∨	8.	0·9420	5 ∧
2.	0·9820	3 „	9.	0·9320	1·5 „
3.	0·0020	.0	10.	0·9220	1 „
4.	0·0120	0	11.	0·9120	0·5 „
5.	0·9720	1 ∨	12.	0·9020	0·5 „
6.	0·9620	1 „	13.	0·8820	0
7.	0·9520	0·5 ∧			

Ueber Anomalien am Thoraxskelete.

Von

AD. PANSCH in Kiel.

Hierzu Taf. XV, Fig. 1—3.

Im Januar 1873 trat mir bei der Demonstration der Leiche eines erwachsenen Mannes eine eigenthümliche Verlagerung einzelner Rippen störend entgegen. Die in Folge dessen später angestellte genauere Untersuchung deckte eine ganze Reihe von Anomalien der Rippenknorpel und Rippenknochen auf und liess zugleich noch unerwarteter Weise ein Paar der schon lange von mir vergeblich nachgesuchten Suprasternalknochen zum Vorschein kommen. Die Vereinigung dieser verschiedenen Anomalien an einem einzigen Exemplare und der Umstand, dass dieselben immerhin selten beobachtet und noch seltener abgebildet worden sind, veranlasst mich, eine Abbildung des Falles zu geben und derselben einige Worte hinzuzufügen.

Das Brustbein ist von mittlerer Grösse und Stärke, sowie auch von gewöhnlichen Proportionen, mit Ausnahme des Manubriums, welches etwas vergrössert erscheint und schon auf den ersten Blick ungewöhnliche Form zeigt. Alle drei Abtheilungen des Knochens sind vollständig mit einander verschmolzen: die obere Grenze des Körpers ist vorn und hinten nur durch einen wenig vortretenden Querwulst bezeichnet; die untere Grenze desselben lässt sich nur nach den Insertionen der Rippenknorpel bestimmen. — In der Mittellinie des Körpers be-

finden sich zwei kleinere Löcher, das eine ganz nahe am untern Ende, das andere etwas unter der Mitte, nahe über der Insertion des vierten Rippenknorpels. In den unteren zwei Dritteln ist der Knochen im Uebrigen asymmetrisch und sind besonders die Ränder desselben sehr verschieden. An der linken Seite befinden sich sieben, an der rechten Seite acht Rippen-Einschnitte, von denen nur einmal sich zwei gerade gegenüber liegen.

Der Schwertfortsatz ist in seinem oberen Theile, wie schon erwähnt, knöchern und dabei dick; der untere Theil ist knorplig und besteht aus zwei platten, ungleich langen und ungleichmässig gebogenen zungenförmigen Knorpeln.

Der Griff hat dadurch eine eigenthümliche Form gewonnen, dass die freien Seitenränder äusserst kurz, die Ansatzstellen für die ersten Rippen dagegen sehr ausgedehnt sind.[1]) Von den Gelenkflächen für das Schlüsselbein ist die linke auffallend horizontal gestellt und es bildet der Knochen neben ihr einen Fortsatz in den Knorpel hinein. Der zwischen diesen Gelenkflächen gelegene obere Rand ist schmal zu nennen (26 Mm.) und besteht aus einem mittleren, 11 Mm. breiten unregelmässigen, im Maximum 35 Mm. tiefen Einschnitt, der von zwei kleinen Erhabenheiten (Processus suprastern.) begrenzt wird, auf denen die kleinen Gelenkflächen für die Ossa suprasternalia liegen. Diese wenig vertieften Gelenkflächen convergiren mit ihren quergestellten Längsaxen etwas nach vorne. Die linke ist bedeutend grösser und etwas lateral-vorwärts geneigt, während die kleinere rechte nach hinten abfällt und überhaupt höher liegt. Von oben gesehn liegen sie unmittelbar an der hintern Fläche des Brustbeingriffs, die sich ohne Unterbrechung zu ihnen hinaufzieht, während die vorderen und medialen Seiten der suprasternalen Fortsätze conisch sich verjüngend mit unregelmässig gestalteten Oberflächen ansteigen. Von vorn gesehen erscheinen beide Fortsätze durch einen un-

---

1) In dieser Beziehung finde ich viele Variationen, die noch zu wenig in der Literatur beachtet sein dürften (vgl. auch Aeby's Fall: dies. Archiv 1868, Taf. III. B.).

regelmässigen nach abwärts convexen Wulst der vorderen Fläche mit einander verbunden.

Die beiden Suprasternalknochen haben eine untere leicht wellig gebogene Gelenkfläche und sind im Uebrigen rundliche, lateral- und aufwärts stumpf zugespitzte Knöchelchen mit rauher Oberfläche. Der linke ist fast doppelt so gross als der rechte (links 8 Mm. hoch, 10 breit und 8 tief; rechts 5 Mm. hoch, 7 br. und 5 tief), so dass ihre oberen Spitzen ungefähr die gleiche Höhe erreichen.

Ueber die Gelenk- und Bandverbindung dieser Knochen vermag ich leider Nichts zu sagen, da ich sie überhaupt erst nach der Maceration an dem halbgetrockneten Präparate erblickte. Bei etwas genauerer Betrachtung hätte auch in diesem Falle die kurze und tiefe Incisura semilunaris sogleich von vornherein auffallen und auf das Dasein dieser Knochen hinweisen müssen.

Was nun die Rippen und ihre Anomalien betrifft, so besass die Leiche zwar 12 Rippenpaare (auf der Abbildung sind jederseits die drei letzten Rippen als Costae fluctuantes fortgelassen), und sieben von ihnen erreichen jederseits mit ihren Knorpeln das Brustbein, aber es setzen sich an diesem ausserdem noch einige freie Knorpel, im Ganzen nämlich 17 Knorpel an: links 8 und rechts 9.

Ausserdem besitzen mehrere Knorpel, namentlich auf der linken Seite längere oder kürzere laterale Fortsätze und auch die diesen benachbarten Rippenknochen zeigen mehr oder minder jenen Fortsätzen zustrebende knöcherne Verbreiterungen.

Im Einzelnen sind diese Abweichungen, die die Abbildung vorführen soll, folgende:

Die zweite Rippe inserirt sich regulär, nur auf der linken Seite etwas zu tief. 35 Mm. weiter abwärts befindet sich rechts die normale Insertion der dritten Rippe, in gleicher Höhe links jedoch ein frei endigender 43 Mm. langer zugespitzter Knorpel. Alle übrigen Knorpelinsertionen liegen vollständig unsymmetrisch. Während nämlich links die Insertion der Knorpel der dritten bis siebenten Rippe fast regulär geschieht, ragen in den dritten rechten Intercostalraum vom Brustbein her zwei freie Knorpel

hinein. Der obere ist 67 Mm. lang, zugespitzt, leicht nach oben gebogen, und durch den gehörigen Zwischenraum von den Knorpeln der dritten und vierten Rippe getrennt; der untere dem vierten Rippenknorpel fest angelagerte Knorpel erscheint nur als ein 10 Mm. langes und 7 Mm. breites Rudiment mit einem etwas schräg abgestutzten und ausgehöhlten Ende. Die sternalen Enden der Rippenknorpel der vierten bis siebenten rechten Rippe liegen fest nebeneinander, nur zwischen der fünften und sechsten ist ein geringer Zwischenraum geblieben.

An der linken Seite findet man ferner noch an den Knorpeln der vierten, fünften und sechsten Rippe eigenthümliche Abweichungen. Von der lateralen Hälfte des oberen Randes derselben gehn nämlich lateral- und aufwärts, d. h. parallel dem Zuge der knöchernen Rippen, Fortsätze aus: von der sechsten Rippe ein zugespitzter 53 Mm. langer, von der fünften ein stumpfer von nur 10 Mm. Länge, während der der vierten Rippe wiederum 24 Mm. lang vorragt und stumpf abgeschnitten erscheint. Bei der vierten und sechsten Rippe sind die Spitzen dieser Fortsätze verknöchert. Zu beachten ist übrigens, dass die gebogene Grenzlinie zwischen den Rippenknochen und Knorpeln rechts durch den freien Knorpel und links durch den Fortsatz der sechsten Rippe, sowie auch auffallender Weise durch den ganzen vierten Rippenknorpel überschritten wird. Gegenüber den Spitzen der genannten Fortsätze haben auch die dazu gehörigen knöchernen Rippen Hervorragungen. Am auffallendsten ist dieses an der vierten Rippe, die nahe am sternalen Ende nach obenzu einen sich allmälig erhebenden breiten Fortsatz hat; an der sechsten Rippe ist es nur ein unbedeutender Höcker; von der fünften ist leider das betreffende Stück abgebrochen.

Interessant ist es, dass auch am obern Rande der dritten linken Rippe — also dem beschriebenen freien Knorpel des zweiten Intercostalraums gegenüber — sich ein leichter Höcker befindet.

Ganz geringe Andeutungen eines solchen Verhaltens bemerkt man übrigens ausserdem noch an zwei Stellen der rechten Seite. Am oberen Rande des sternalen Endes der vierten Rippe befindet sich eine geringe Hervorragung, sowie eine etwas

stärkere an demselben Punkte der folgenden Rippe. Dieser letzteren schräg gegenüber liegt am untern Rande des vierten Rippenknorpels ein kleiner Buckel. Ob sich auf der vierten rechten Rippe weiter lateralwärts noch ein grösserer Höcker befand, ist nicht mehr anzugeben.

Was die überzähligen selbständigen Rippenknorpel betrifft, so sind sie immerhin zu den seltenen Erscheinungen zu rechnen. Genauer scheinen bisher nur drei derartige Beobachtungen bekannt geworden zu sein, von Luschka (Anatomie der Brust. S. 116.), Gruber (österr. Zeitschr. f. prakt. Heilk. 1865. Nr. 34.) und Henle (Knochenlehre dritte Aufl. S. 73.). Ganz neuerdings fand ich einen weiteren Fall dieser Art kurz angeführt, doch kann ich nicht mehr angeben, wo und von wem. Und endlich konnte ich selbst diesen Winter noch einen fünften Fall beobachten, in dem der freie 65 Mm. lange Knorpel unmittelbar über dem der vierten linken Rippe inserirte. In allen diesen fünf Fällen gab es nur einen einzigen solchen freien Knorpel und eigenthümlicher Weise lag derselbe jedesmal im dritten Intercostalraum (auf welcher Seite, wird meist nicht bemerkt). An unserm Exemplar haben wir auf der rechten Seite ebenfalls genau dieselbe Erscheinung und man hätte somit wohl Grund, zu fragen, ob für dieselbe nicht eine bestimmte Veranlassung vorliegen kann? Freilich befindet sich an unserm Präparat auf der linken Seite ein eben solcher freier Knorpel auch im zweiten Intercostalraum.

Während diese beiderseitige Vermehrung der Rippenknorpel dem Thorax schon ein eigenthümliches Gepräge und dem Präparate den Charakter der Seltenheit verleiht, wird beides noch vermehrt durch die eigenthümliche oben näher beschriebene lateralwärts gerichtete Spaltung mehrerer (4. — 6.) Rippenknorpel der linken Seite und das Auftreten von den erwähnten Höckern und Fortsätzen an den Rippenknochen. In der Literatur finde ich über solche Anomalie Nichts angegeben; auch habe ich kein weiteres derartiges Präparat gesehn.

Diese Tendenz der freien Enden der knorpligen Fortsätze, mit entfernteren Stellen der zugehörigen Rippenknochen in Verbindung zu treten, dürfte nun wohl entschieden darauf hinweisen, dass wir es mit einer unvollkommenen örtlich beschränkten Spaltung eines Rippenbogens zu thun haben. Denken wir uns nämlich die Verbindung zwischen beiden Fortsätzen wirklich hergestellt, so haben wir jene längst bekannte und nicht so selten beobachtete Anomalie, wo das vordere Ende des Rippenknochens gespalten ist, und mit dem zugehörigen lateralwärts ebenfalls gespaltenen Rippenknorpel ein Loch umgränzt. (Vgl. Luschka und Henle a. a. O.; Hyrtl topogr. Anat. I. 576. — Blumenbach, Geschichte und Beschreibung der Knochen u. s. w. 1807. S. 351. o. — Sömmering, v. d. Knochen und Bändern u. s. w. Herausg. v. R. Wagner 1839. S. 142. Förster, Missbildungen des Menschen. S. 45.).

Denken wir uns aber die Spaltung bis zum Brustbein fortgeführt, so ergiebt sich die ebenfalls bekannte Anomalie, dass zwei gesonderte Rippenknorpel mit einem einzigen Rippenknochen in Verbindung treten. Erstreckt sich die Spaltung nicht so weit vertebralwärts, so entsteht an einem normalen oder vorn etwas verbreiterten Rippenknochen ein sternalwärts gespaltener Knorpel, eine ebenfalls nicht seltene Erscheinung, oder endlich es findet sich nur ein Loch im Knorpel (so ein Beispiel an der vierten rechten Rippe). Die genannten vier Formen gehen ausserdem durch alle möglichen Zwischenformen in einander über.

Mit diesen genannten Spaltungsformen hat bei unserem Präparate am meisten Aehnlichkeit die linke vierte Rippe, in viel geringerem Maasse dagegen die fünfte. An der sechsten Rippe zeigt sich eine recht eigenthümliche Bildung, da am Rippenknochen nur ein ganz unbedeutender Höcker, am Knorpel dagegen ein langer Fortsatz erscheint, der mit den höher gelegenen freien Rippenknorpeln die grösste Aehnlichkeit hat. Sehr zu beachten ist, dass es wiederum die Gegend des dritten Intercostalraums ist, d. h. die vierte, seltener die dritte Rippe ist, die eine gewisse Vorliebe für die besprochene Spaltungs-Anomalie zu haben scheint: Diese durch unsern Fall bereicherte

Erfahrung erwähnt Luschka (a. a. O. S. 116.) und Engel (nach Hyrtl a. a. O. S. 576.), sowie auch bereits Sömmering[1].

Ganz besonders möchte ich nun noch auf den Höcker oder die Rauhigkeit aufmerksam machen, die sich am obern Rande der dritten linken Rippe befindet und die so sehr analog zu sein scheint den stärkeren Fortsätzen der tieferen Rippen, dass man sich des Eindrucks nicht erwehren kann, sie müsse in Beziehung stehn zu dem darüber liegenden mit seiner Spitze ihr zugewandten freien Knorpel[2]. Ist dieses aber der Fall, dann muss beiden Formabweichungen der Rippenbogen, der Durchlöcherung oder Spaltung des sternalen Endes einerseits und der Bildung freier Rippenknorpel andererseits, schliesslich eine und dieselbe Ursache zu Grunde liegen: eine in verschiedener Lage, Ausdehnung und Richtung vor sich gegangene Spaltung der dem Grundplane nach einfachen knorpeligen Anlage einer Rippenspange. Der Umstand, dass beide Formabweichungen und zwar beide in mehrfacher Zahl und in verschiedener Ausbildung an unserm Präparate gleichzeitig vertreten sind, dürfte für diese von Andern[3] bestrittene Anschauung keine geringe Stütze sein[4].

Von grossem Interesse war es mir nun, in diesem Winter einen weiteren vorher erwähnten Fall frisch untersuchen zu können; denn auch hier lag der Spitze des freien Knorpels gegenüber ein deutlicher Vorsprung des Rippenknochens, so dass die vierte Rippe so ziemlich der sechsten bei unserm Präparate gleicht. Besondere Beachtung verdient hierbei übrigens noch, dass auch an der darüber liegenden dritten Rippe sich eine ähnliche abwärts gerichtete Verbreiterung findet.

---

1) A. a. O. S. 142, Anm. 3.: „Diese Spaltung sah der Recensent in der Hall. Lit.-Zeit. 1808. St. 153 fünfmal und immer an der dritten oder vierten Rippe der rechten Seite."

2) Ueber solche den freien Rippenknorpeln gegenüberliegende Knochenvorsprünge scheinen bisher keine Beobachtungen gemacht worden zu sein.

3) Luschka, a. a. O. S. 116.

4) Zu erwähnen ist, dass in Henle's angeführtem Falle eines freien Rippenknorpels im dritten Intercostalraum, ausserdem auch die fünfte Rippe eine Spaltung ihres vorderen Endes zeigt.

Erwähnen endlich muss ich noch den Umstand, dass sich einige Male ein Loch im Brustbein fand genau in derselben Höhe, wie der getheilte Rippenknorpel; dieselbe Erscheinung findet sich ja auch zweimal bei unserem Präparate. —

Gehn wir auf die Entwicklungsgeschichte ein, so wissen wir durch die Untersuchungen Rathke's[1]), dass die knorpligen Rippenbogen mit ihren ventralen Enden ursprünglich isolirt vorwachsen, dass diese Enden aber, ehe sie sich in der Medianebene berühren, jederseits zu einem longitudinalen Knorpelstreifen mit einander verwachsen. Aus der Verschmelzung des oberen Theiles dieser beiden Knorpelstreifen bildet sich dann erst das knorplige Brustbein.

Es ergiebt sich also daraus, dass die freien Rippenknorpel am Brustbein und die uns vorliegenden Fortsätze der Rippenknorpel eigentlich vollständig analoge Bildungen darstellen, die nur durch den Ort ihres Entstehens verschieden sind: die letzteren wachsen am Rande, die erstgenannten am Ende eines oder an dem vereinigten Ende zweier knorpligen Rippenbogen heraus.

In jedem Falle aber muss dann das Wachsthum dieser Fortsätze ein dorsalwärts gerichtetes gewesen sein, also gerade entgegengesetzt dem der Rippenbogen selbst. Doch würde eine derartige Wachsthumsrichtung durchaus nicht auf diese anomalen Fortsätze beschränkt sein, sondern würde auch der Bildung eines jeden breit gespaltenen Schwertfortsatzes zu Grunde liegen; ja es wäre auch möglich, dass sich bei den mit Bauchrippen versehenen Vertebraten diese in gleicher Weise vom Bauch-Sternum aus entwickelten, und dass die Hörner des Zungenbeins vom Körper aus sich bilden. Eine Kenntniss der Entwickelung dieser Theile würde im Allgemeinen und auch besonders für unsern Fall von Interesse sein; doch würde die Anschauung von Oehl[2]), dass sich überhaupt die Rippen ebensowohl vom Brustbein wie von der Wirbelsäule her entwickeln, erst dann Platz greifen können, wenn ein solcher Vorgang

1) Dies Archiv 1838, S. 363 ff.

2) Wiener Sitzungsber. Bd. XXXII.

durch embryologische Untersuchung direct zur Beobachtung gekommen ist.

Da mir nun ausser in den genannten Mittheilungen von Rathke keine einschlägigen Untersuchungen bekannt geworden sind, so wäre es jetzt die Aufgabe, die Bildung des Brustbeins noch einmal und in ausgedehnterer Weise zu verfolgen, um daraus eine definitive Ansicht über die Bedeutung jener anomalen Knorpeltheile und Knochenhöcker zu gewinnen und vielleicht ein Verständniss anzubahnen, weshalb die Gegend der dritten Rippe so häufig diese abweichende Bildung zeigt. Vorläufig jedoch möge obige Beschreibung ohne einen solchen Abschluss zur Mittheilung gelangen.

Die Suprasternalknochen sind zuerst 1838 von Breschet[1]) erörtert, beschrieben und abgebildet und später von Luschka[2]) in Zusammenhang mit den Halsrippen behandelt worden. In den seither verflossenen 15 Jahren sind, so viel ich weiss, keine weiteren Fälle beschrieben (beobachtet aber wohl sicher!), und doch wäre es nicht ohne Interesse, weitere Angaben über das Vorkommen und wechselnde Verhalten dieser eigenthümlichen Knochen niederzulegen. Breschet sagt, er habe auf der Anatomie ziemlich häufig (assez souvent) Gelegenheit gehabt, dies Knöchelchen (oder Knorpelstückchen) zu sehn, und seiner Zeit mehrere dieser Präparate an Béclard gesendet, der die erste Notiz darüber niederlegte. Da Breschet nun später abermals wieder mehrere Fälle von Vorhandensein dieser Knochen beobachtete, habe er die betreffenden Präparate beschrieben und abgebildet. Wie viele Präparate Luschka zu Gebote standen, ist nicht zu ersehn; genaueren Anhalt bietet uns nur das eine Taf. II. abgebildete. Doch ist auch

---

1) Annales d. sc. nat. IIe série. T. X. Zool. P. 97 ff. Pl. 8. Fig. 1, 1', 2, 3, 3', 4, 4'.

2) Denkschr. d. kais. Akad. d. W. zu Wien. — Math.-naturw. Kl. Bd. XVI.: Luschka, die Halsrippen und die Ossa suprasternalia des Menschen (auch besonders abgedruckt 1859).

aus dieser Abbildung wegen der belassenen Bänder Form und Auflagerung der Knochen nicht genau zu erkennen. Die osteologischen Verhältnisse sind besser aus den Breschet'schen Abbildungen zu ersehn.

Wenn jene Beschreibungen die Suprasternalknochen „dem Os pisiforme der Handwurzel an Form und Grösse am passendsten vergleichbar“ nennen, so sind dieselben in unserm Falle entschieden viel kleiner (sehr ähnlich Breschet's Fig. 1.), und könnte man das rechte eher mit dem Sesambeine der grossen Zehe vergleichen. Ueber den Zusammenhang mit dem Zwischengelenkknorpel vermag ich, wie erwähnt, leider Nichts zu sagen, dagegen sehe ich mich veranlasst zu einigen Bemerkungen über die „suprasternalen Fortsätze“ des Brustbeins. Es ist diese Bezeichnung bis jetzt noch nicht ausdrücklich gebraucht worden, sie ist jedoch so natürlich, dass ich sie fernerhin beibehalten werde.

Wie Luschka es beschreibt[1]), finde auch ich, dass sich an den lateralen Enden der Incisura semilunaris öfters Erhebungen finden von sehr verschiedener Gestalt und Grösse. Sie können einerseits fast der Beachtung entgehn und haben andererseits eine solche Grösse erreicht und scheinen dann auch wohl an ihrer Basis so deutlich von dem übrigen Knochen abgesetzt, dass man sie auf den ersten Blick gleich als mit dem Brustbein verwachsene Suprasternalknochen ansprechen muss. Von den mir vorliegenden Präparaten habe ich nur den einen extremen Fall dargestellt (Taf. XV. Fig. 2.), bei dem ich auch auf das Deutlichste nachweisen konnte, wie an die ganze laterale Seite dieser Fortsätze der Zwischengelenkknorpel befestigt war. Wenn hierdurch nun auch die Analogie derselben mit den Suprasternalknochen erhärtet wird, so wird in vielen Fällen doch wohl die Frage, ob sie sich aus einem eignen Verknöcherungspunkt heraus gebildet haben, unbeantwortet bleiben.

Ein Paar ungewöhnlich grosse suprasternale Gelenkflächen habe ich mir nicht versagen können in Fig. 3 auf Taf. XV. vorzuführen.

---

1) S. 15 des Separatabdruckes.

Im Anschluss an obige Mittheilung möge es gestattet sein, einige andere Beobachtungen über den knöchernen Thorax und an demselben vorkommende Abweichungen zu erwähnen.

Zunächst habe ich mehrfach die Angabe Luschka's[1]) bestätigen können, dass, wenn acht Rippen ihre Insertion am Sternum finden, dieses häufig so geschieht, dass sie vor dem Schwertfortsatze mit einander und mit dem untern Ende des Körpers in Berührung und Gelenkbildung treten.

Ausserdem aber kam hier im letzten Winter ein Fall von nur sechs wahren Rippen vor, und zwar an einer männlichen Leiche. Die sechste Rippe inserirte genau so, wie sonst die siebente, die siebente verhielt sich so, wie sonst die achte und es waren drei freie Rippen da. So viel ich aus der Literatur ersehn kann, ist dieses der erste derartige Fall, der zur Beobachtung gekommen ist.

In Betreff der letzten Rippe scheint mir in den Hand- und Lehrbüchern der praktischen Anatomie der Umstand viel zu wenig beachtet und hervorgehoben zu sein, dass ihre Länge ausserordentlich wechselt. Henle (a. a. O. S. 73.) sagt richtig, dass es „oft" vorkomme, dass sie „ungewöhnlich klein" sei, nach Luschka ist sie „nicht selten auf ein Minimum reducirt", und Sömmering erwähnt, dass die letzte Rippe „am meisten spiele" und dass sie „oft bis um einen Zoll auf der einen Seite von der andern verschieden" sei.

Seit ich genauer auf jeden Thorax geachtet habe, sind mir auffallend viele Beispiele von aussergewöhnlicher Kürze der letzten Rippe vorgekommen, einseitig oder doppelseitig. Die Rippe wird in solchen Fällen gänzlich vom Musc. sacrospinalis überdeckt und es ist dann vollständig unmöglich, selbst bei mageren Leichen, sie durch das Gefühl zu erkennen. Die Vorschrift Hyrtl's, bei Frauen und Fettleibigen die Rippen anstatt von der ersten hinab, von der zwölften Rippe hinauf zu zählen (weil die letzte Rippe auch bei fettem Körper stets dem Gefühl zugänglich sei), ist deshalb nicht zuverlässig und wird

1) Luschka, Anatomie der Brust. S. 119.

uns in dem dabei erlangten Resultat nie die gewünschte Sicherheit geben können, sondern oft geradezu irre führen.

Uebrigens ist nicht zu übersehn, dass zugleich mit der letzten auch die vorletzte Rippe einigermaassen an Länge zu wechseln scheint, so dass also auch die „Linea costoarticularis" nicht durchweg als eine für genaue Bestimmungen verwendbare Linie gelten kann. Dasselbe, beiläufig gesagt, dürfte auch von der Linea axillaris gelten, denn erstens ist die Tiefe der Achselgrube kein ganz bestimmter Punkt am Thorax, zweitens ist die Neigung der Rippen eine äusserst verschiedene, und endlich ist die Haltung des ganzen Thorax sowohl individuell als auch nach der jeweiligen Stellung des ganzen Körpers eine einigermaassen schwankende. Mag die Linea axillaris den in klinischer Beziehung gestellten Ansprüchen genügen — zu anatomischen Ortsbestimmungen sollte man sie nicht benutzen.[1]) Dasselbe gilt natürlich von der Linea scapularis.

Zum Schluss möchte ich noch die Meinung aussprechen, dass Löcher im Sternum, die übrigens in der That[2]) wohl sehr selten oder nie im obern Theil des Körpers oder im Manubrium vorkommen, durchaus nicht so ungewöhnlich sind, wie man wohl geneigt ist, zu glauben. Sie sind eben, wie Hyrtl auch bemerkt, am Lebenden und somit auch an der Leiche nicht zu diagnosticiren, und ich muss hinzufügen, dass sie, wenn sie nicht besonders gross sind, selbst an dem bloss-

---

1) Ueber die verschiedenen und wechselnden Formen des Thorax habe ich demnächst einige Mittheilungen zu machen. In Betreff des Verhaltens der Pleurahöhlen kann ich mir nicht versagen, schon hier eine sehr überraschende Beobachtung aus meinen hierüber gesammelten Notizen beizufügen. Während die untere Grenze der Pleurahöhle nämlich hinten ziemlich constant vor dem vertebralen Ende der zwölften Rippe verläuft und hier meist nur zwischen oberem und unterem Rande hin und herschwankt, fand sie sich bei einer sonst nicht anomal gebildeten weiblichen Leiche um etwa 4 Cm. tiefer gelegen, nämlich vor dem Querfortsatze des ersten Lendenwirbels auf der Mitte seiner Höhe. Die letzte Rippe hatte eine Länge von nur 5 Cm. — Aehnliche Verhältnisse zeigte eine männliche Leiche.

2) Hyrtl a. a. O. I. S. 565.

gelegten oder herausgenommenen Sternum nicht ohne Weiteres sichtbar sind, da die sog. Membrana sterni namentlich an der äussern Fläche gleichmässig über sie hinweggeht.

Nachtrag.

Neuerdings fand ich noch zweimal eine Spaltung des Rippenbogens; es betraf wieder die vierte Rippe, einmal rechts und einmal links. — In einem andern Falle war die erste Rippe kurz und schmal und setzte sich durch einen langen und schmalen Knorpelstrang an das Sternum. Die gewöhnliche Trennung von Körper und Griff fehlte an demselben, dagegen befand sich in der Höhe der dritten Rippenknorpel eine durchgehende Trennung.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XVI Fig. 1 — 3.

Fig. 1. Vorderer Theil eines Thorax mit zahlreichen Anomalien der Rippenknorpel und mit Suprasternalknochen. Die Zeichnung ist nach dem flach ausgebreiteten Präparate gemacht.

Fig. 2. Handgriff eines Brustbeins mit vollständig ausgebildeten „Processus suprasternales."

Fig. 3. Brustbein von oben gesehn:
- *a. a.* Die sehr grossen Gelenkflächen für Suprasternalknochen.
- *b. b.* Die Gelenkflächen für das Schlüsselbein.
- *c. c.* Stücke der Rippenknorpel.

Das betreffende Brustbein ist ein sehr altes und merkwürdiges Stück unserer Sammlung. Es sind keine Bemerkungen über dasselbe oder über die nicht mehr vorhandenen Suprasternalknochen da. Der Knochen zeichnet sich übrigens aus durch eine colossale Breite (60 – 90 Mm. bei 140 Mm. Länge) und eine scharfe Ausbiegung nach vorn in der Höhe der dritten Rippenknorpel.

Ueber die Varietäten des Musculus extensor hallucis longus.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Taf. XVII, A.

A. Fremde und eigene frühere Beobachtungen.

Schon vor 23 Jahren hatte ich in einem besonderen Aufsatze[1]) und zuerst nachgewiesen, dass die Endigung des Extensor hallucis longus mittelst zweier Sehnen, wovon die grosse an die Endphalange der grossen Zehe, die kleine, welche halb so stark ist wie die grosse, oder so stark wie die Sehne des Extensor hallucis brevis, oder von der Dicke eines Fadens angetroffen wird, verschieden weit rückwärts oder hoch, einfach oder mit 2—3 Fäden abgeht, fast immer einfach, selten getheilt endet, an die Grundphalange sich inserirt, die Norm und nicht wie man bis dahin angenommen hatte, die Abweichung sei.

Ich gab nach Untersuchungen von 50 Cadavern an, dass das Vorkommen zum Mangel der kleinen Sehne dieses Muskels zur Grundphalange der grossen Zehe sich verhalte: a) bei ihrem Abgange von der grossen Sehne zur Endphalange wie 4 : 1; oder b) bei Hinzurechnung der Fälle mit Abgange vom Lig. cruciatum oder von der den Extensor hallucis longus einhüllenden Zellscheide selbst wie 9 : 1; oder c) noch mit Hinzurechnung der Fälle des Abganges derselben von der Sehne des Tibialis anticus oder als Sehne eines besonderen Muskels

1) Constante Endigung des Extensor longus hallucis mittelst zweier Sehnen an beiden Gliedern der grossen Zehe. — Abhandlungen a. d. menschl. u. vergleich. Anatomie. St. Petersburg. 1852. 4°. Abh. VIII. S. 121.

— Extensor hallucis longus minor — sogar wie 15,666 : 1. Nach J. Henle's[2]) Erfahrung kommt die kleine Sehne etwa in der Hälfte der Fälle, nach J. Wood's[3]) Erfahrung die kleine Sehne zur Grundphalange mit deren Ersatzsehne etwa in $^4/_5$ der Cadaver und in $^3/_4$ der Extremitäten vor.

Das mögliche Vorkommen des Extensor hallucis longus mit zwei Sehnen ist seit 280 Jahren (Andr. du Laurens — 1595 — u. A.), sicher seit 176 Jahren (Verheyen — 1699 — u. A,) und nicht erst durch Aug. Fr. Walther (Lipsiae 1728 — A. v. Haller. Disput. anat. select. Vol. VI. Göttingae 1741, 4° S. 559 —) gekannt.

Die gemachte Beobachtung des Ersatzes der kleinen Sehne zur Grundphalange der grossen Zehe durch eine Sehne des Tibialis anticus hatte ich[4]) 12 Jahre vor J Wood[5]) mitgetheilt. Eine von der Sehne des Tibialis anticus abgezweigte feine Sehne, welche sich am inneren Rande des Capitulum des Metarsale I. inserirte, hatte Henle[6]) beobachtet.

Einen Extensor hallucis longus mit 3 Sehnen, wovon die mittlere starke an die Endphalange der grossen Zehe, die innere kleine an die Grundphalange derselben sich inseriren, und die äussere, welche aus einem eigenen Muskelbauche hervorging, mit dem Extensor hallucis brevis vereinigt zur Grundphalange der grossen Zehe sich begab, hatte ich[7]) 15 Jahre

---

1) Handb. d. Muskellehre d. Menschen. Braunschweig 1858. S. 277.

2) Variations in human myology. — Proceed. of the roy. Society of London. Vol. XVI. London 1868, S. 518. Unter 18 männlichen Subjecten an 2, und unter 18 weiblichen an 5 fehlte die kleine Sehne. Wenn sie vorhanden war, existirte sie fast immer beiderseitig, an 2 war sie nur rechtseitig und an einer nur linkseitig zugegen. Bei 3 männlichen Subjecten ist die kleine Sehne vom Tibialis anticus abgegeben worden. Bei einem männlichen Subjecte war dieselbe vom Lig. cruciatum entstanden.

3) A. a. O. S. 122.

4) „On some Varieties in human myology.“ — Proceed of the roy. Society of London. Vol. XIII. London 1864. S. 302. — „Variations in human myology.“ — Daselbst. Vol. XV. 1867, S. 536; Vol. XVI. 1868. S. 518 (etwa 8 Procent).

5) A. a. O. 1871. S. 296.

6) A. a. O. S. 123.

vor J. Wood[1]) beschrieben; finde auch in meinen Jahresbüchern einen am 12. December 1862 an der rechten Extremität eines Mannes beobachteten Fall eines Extensor longus hallucis bicaudatus verzeichnet, an dem der innere grosse Bauch seine Sehne zur Endphalange der grossen Zehe sandte, der äussere kleine Bauch eine getheilte Sehne besass, wovon die äussere Sehne mit der Sehne des Extensor hallucis brevis sich vereinigte, die innere Sehne die Sehne des grossen Bauches von unten kreuzte und wie die kleine Sehne des Extensor hallucis longus an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich inserirte.

Dass die kleine Sehne, statt an die Grundphalange der grossen Zehe, an den Mittelfussknochen derselben sich inseriren könne, wusste man schon seit 254 Jahren (z. B. Bauhin (1621), Riolan (1626), Diemerbroek (1679), Meckel, Gruber (1852).) Die kleine Sehne an beide Phalangen der grossen Zehe sah inseriren J. Fr. Meckel[2]). Zugleich mit der kleinen Sehne zur Grundphalange auch eine Sehne von der Sehne des Tibialis anticus zu denselben hatten J. Wood[3]) und Alex. Macalister[4]) angetroffen. Das Vorkommen der kleinen Sehne zur Grundphalange der grossen Zehe, ohne allen Zusammenhang mit dem Extensor hallucis longus, hatte ich 15—16 Jahre vor Wood (1867—1868) erwähnt.

Aus den Angaben von Meckel[5]) lässt sich schliessen, dass er den Muskel mit zwei Fleischbäuchen, also einen Extensor hallucis longus bicaudatus, aber nur eine Art des letzteren Muskels, gekannt hatte. Ich[6]) hatte den Muskel als M. bicaudatus in zwei Arten, wovon eine in dem Häufigkeitsverhältnisse des Vorkommens wie 1 : 15, die andere in dem Häu-

---

1) Proceed. of the roy. Society of London. Vol. XV. London 1867. S. 536.

2) Handb. d. menschl. Anatomie. Halle u. Berlin, 1816, S. 594.

3) A. a. O. Vol. XV. 1867. S. 536.

4) A descr. Catalogue of muscular anomalies in human anatomy. Dublin 1872. 4. S. 124.

5) A. a. O.

6) A. a. O. S. 123.

figkeitsverhältnisse wie 1 : 45 aufgetreten war, beobachtet; habe nicht nur Fälle vom M. bicaudatus, sondern auch einen Fall von M. tricaudatus in dem Häufigkeitsverhältnisse des Vorkommens wie 1 : 45 angetroffen. Bei letzterem Muskel hatte ich die Sehne des mittleren Fleischbauches an die Endphalange der grossen Zehe, die Sehnen des inneren und äusseren Fleischbauches an die Tibial- und Fibularseite der Grundphalange derselben inserirt gefunden. Einen solchen Muskel hatte ich später (November 1857) auch an der rechten Extremität eines Mannes wieder gesehen. Der mittlere Bauch liess seine Sehne an die Endphalange der grossen Zehe, der innere Bauch, dessen Fleischbündel von dem mittleren Theile des Fleischkörpers des Muskels abgingen, seine Sehne an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe inseriren und der äussere Bauch, welcher den ganzen unteren Fleischtheil des Muskels in sich begriff, seine feine Sehne, die in der Gegend des Kopfes des Talus begann, vor dem hinteren Drittel der Länge des Metatarsale I. mit der Sehne des Extensor hallucis brevis sich vereinigen, was im früheren Falle nicht geschehen war.

Meckel[1]) sah beiderseits einen zweiten Extensor hallucis longus, welcher unter dem gewöhnlichen vom Lig. interosseum entsprungen war und mit seiner Sehne mit der vom Extensor hallucis brevis sich vereinigt und mit ihr an die Grundphalange der grossen Zehe sich inserirt hatte. Einen Muskel, welcher dem in Meckel's Falle ähnlich war, hatte auch ich[2]) beschrieben. Der Muskel, an dem erst nach einer Strecke von 13 Cm. seine Sehne von der Aufnahme von Fleischbündeln frei geworden war, hatte 3,4 Cm. über der Verbindung der Tibia mit der Fibula, von letzterer und dem Lig. interosseum in einer Breite von 1,2 Cm. seinen Ursprung genommen. Er war in seinem Verlaufe aussen von dem Extensor hallucis longus zur Endphalange gelagert und hatte sich einwärts vom Ansatze der Sehne des Extensor hallucis brevis an die Grundphalange der grossen Zehe, also nicht mit dieser Sehne vereinigt, wie in Meckel's Falle, inserirt.

1) Deutsch. Arch. f. d. Physiologie. Bd. 5. Halle u. Berlin. 1819. S. 117.

2) A. a. O. S. 122.

J. Henle[1]) hat einmal den kleinen Extensor hallucis longus an der inneren Seite des grossen liegen und selbstständig an die Grundphalange der grossen Zehe sich inseriren gesehen. Dieser Fall repräsentirt die vollkommenste Variante, unter welcher der Muskel vorkommen kann.

J. Wood[2]) berichtete, 45—48 Jahre nach Mittheilung des Falles von Meckel, 12—15 Jahre nach Mittheilung meines Falles, und 6—9 Jahre nach Mittheilung des Falles von Henle, vom Funde eines besonderen Muskels zur Grundphalange der grossen Zehe unter dem Namen: „Extensor primi internodii hallucis" in einer grösseren Reihe von Fällen unter einer verhältnissmässig geringen Zahl von Leichen. In einem Falle, welchen er 1864 mittheilte, war der Muskel fleischig von der Tibia, unter dem Tibialis anticus und einwärts von dem Extensor hallucis longus proprius (= unserem Extensor hallucis longus major), entsprungen und hatte sich an die Grundphalange der grossen Zehe einwärts von dem Extensor hallucis brevis inserirt. Wie der Muskel zu den Vasa tibialia antica und zu dem Nervus peroneus profundus gelagert gewesen war, hat Wood nicht angegeben und damit unentschieden gelassen, ob der Muskel die Bedeutung einer selbstständig gewordenen Portion des Tibialis anticus oder des Extensor hallucis longus hatte, weil letzterer Muskel mit den untersten Bündeln auch von der Tibia entspringen kann, welche möglicher Weise als besonderer Muskel sich separiren dürften. In einem anderen, ebenfalls 1864 mitgetheilten Falle hatte der Muskel vom Lig. interosseum, auswärts vom Extensor hallucis longus proprius seinen Ursprung genommen und sich mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt an die Grundphalange der grossen Zehe angesetzt. — Ob der Extensor hallucis longus pro-

---

1) Handbuch d. Muskellehre des Menschen. Braunschweig 1858. S. 277; 1871. S. 297.

2) „On some Varieties in human myology." — Proceed of the roy. Society of London. Vol. XIII. London 1866, S. 302—306. — „Additional Varieties etc." Daselbst. Vol. XIV. S. 387. — „Variations in human myology." Daselbst. Vol. XV. 1867, S. 240. — Ebendas. S. 536.

prius eine von seiner Sehne einwärts gelagerte Sehne zur Grundphalange der grossen Zehe abgeschickt habe oder nicht, hat Wood anzugeben unterlassen. Mit diesem Falle gleichbedeutend sind wohl auch die Fälle von zwei Subjecten, deren er 1865 obenhin gedenkt und als gute Beispiele des Extensor primi internodii hallucis bezeichnet. Dass letztere Fälle zu der Art des Muskels gehören, die Meckel und Ich vor Wood mitgetheilt hatten, ergiebt sich aus dem Vergleiche. Unter den 32 Subjecten, über deren Muskelvarietäten Wood 1867 (1865—1866 beobachtet) Mittheilungen machte, giebt er aber an, dass der Extensor primi internodii gewöhnlich über dem Extensor hallucis longus proprius, bisweilen unter diesem entspringe. Er will unter diesen 32 Subjecten den über letzterem Muskel abgehenden Extensor primi internodii hallucis sogar an 7 derselben (an 6 beiderseitig und an 1 linkseitig), also in $^1/_5$ d. F. angetroffen haben. Bei den Fällen, welche Wood 1867 (beobachtet 1866—1867) bei 3 Subjecten vorgekommen waren, spricht er von dem Zusammenhange der kleinen Sehne des Extensor hallucis longus mit einem gut entwickelten und abgesondert gefiederten Muskelbauche, der von der Fibula und dem Lig. interosseum entsprungen und durch einen Bindegewebszwischenraum von dem Extensor hallucis longus proprius separirt war. Bei einem männlichen Subjecte lag diese Muskelschicht an der äusseren Seite, bei einem weiblichen Subjecte an der inneren Seite des Extensor longus hallucis. In beiden Fällen endete dieselbe in zwei Sehnen, wovon jedesmal die äussere Sehne mit der Sehne des Extensor hallucis brevis sich vereinigt hatte, im ersteren Falle die innere Sehne, im letzteren Falle die äussere Sehne die Sehne des Extensor longus hallucis von unten kreuzte, um im ersteren Falle wie die kleine Sehne des Muskels der Norm zur Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe, im letzteren Falle zur Sehne des Extensor hallucis brevis zu gelangen. An der rechten Extremität eines anderen weiblichen Subjectes hatte der abgesonderte Muskel mit einer Sehne geendet, welche mit der Sehne des Extensor hallucis brevis sich vereinigte. — Der Mangel einer genaueren Beschreibung der angeblich distincten Fälle

des Extensor primi internodii hallucis zu ihrer Verificirung, der Mangel irgend einer Beobachtung des ungleich häufiger auftretenden Extensor hallucis longus caudatus in den Mittheilungen von Wood, und die Uebereinstimmung mancher seiner Fälle „vom distincten Extensor primi internodii hallucis“ mit den von mir beobachteten Fällen „vom Extensor hallucis longus caudatus“, lässt die Vermuthung aufkommen, dass manche Fälle des Extensor primi internodii hallucis von Wood keineswegs „ganz selbstständig gewordene Portionen des Extensor hallucis longus“, sondern nur Fleischbäuche „von Extensores hallucis longi caudati“ gewesen waren.

Resultate aus fremden und eigenen früheren Beobachtungen.

1. Die Sehne des Extensor longus hallucis zur Endphalange der grossen Zehe sendet in der Regel (Gruber, Wood) oder doch in der Hälfte der Fälle (Henle) eine kleine Sehne ab, welche an die Grundphalange derselben Zehe sich ansetzt, nur ausnahmsweise schon am Metatarsale I., namentlich an dessen Capitulum (Bauhin — Meckel, Gruber) endet, oder an beide Phalangen der grossen Zehe sich inserirt (Meckel). — Mangel der kleinen Sehne ist daher entweder die Abweichung oder doch sicher nicht die Norm. —

2. Statt der kleinen Sehne von der Sehne des Extensor hallucis longus tritt bisweilen eine von der Sehne des Tibialis anticus herrührende Sehne auf (Gruber, Wood), die sich ebenfalls an die Grundphalange der grossen Zehe ansetzt, selten schon am Capitulum des Metatarsale I. endet (Henle).

3. Statt der genannten kleinen Sehne kann auch bisweilen eine Ersatzsehne vom Lig. cruciatum (Gruber, Wood), oder von der Schleimscheide der Sehne des Extensor hallucis longus (Gruber) vorkommen.

4. Zugleich mit der kleinen Sehne vom Extensor hallucis longus kann auch eine zweite Sehne vom Tibialis anticus auftreten, welche beide an der Grundphalange der grossen Zehe enden (Wood, Macalister).

5. Der Extensor hallucis longus kann mit 2 Bäuchen

— als M. bicaudatus — auftreten. Der supernumeräre Bauch ist bald der innere, bald der äussere. Der innere supernumeräre Bauch endet mit einer Sehne, welche die kleine Sehne des Extensor hallucis longus vertritt und wie diese an der Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich inserirt (Gruber). Der äussere supernumeräre Bauch sendet eine Sehne ab, welche mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt zur Fibularseite der Grundphalange der grossen Zehe tritt, während der innere starke Bauch bald nur die Sehne zur Endphalange der grossen Zehe (Meckel), bald beide Sehnen zu beiden Phalangen, wie der Muskel der Norm, besitzt (Gruber); oder er sendet zwei Sehnen ab, wovon eine wie die Sehne im letzteren Falle sich verhält, die andere aber wie die kleine Sehne des Muskels der Norm endet (Gruber).

6. Der Extensor hallucis longus kann sogar mit 3 Bäuchen — als M. tricaudatus — auftreten, wovon die Sehne des mittleren an die Endphalange, die Sehnen der beiden anderen an die Tibialseite und Fibularseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich inseriren (Gruber).

7. Der innere oder äussere supernumeräre Bauch des Extensor hallucis longus, oder vielleicht auch die unterste Portion des Tibialis anticus können endlich als selbstständige Muskeln — als Extensor hallucis longus minor — auftreten. Ist der Extensor hallucis longus minor ein ganz separirter Bauch vom Extensor hallucis longus, so entspringt er bald über letzterem (Wood), bald einwärts (Henle, Wood), bald aus- und abwärts von demselben (Meckel, Gruber, Wood). Im ersteren Falle endet er mit einfacher, in letzteren Fällen bald mit einfacher bald mit doppelter Sehne. Ist die Sehne einfach, so inserirt sie sich in den ersteren Fällen an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe (Henle, Wood), im letzteren Falle bald mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt (Meckel, Wood), bald davon separirt (Gruber) an die Fibularseite des Rückens der Grundphalange derselben Zehe. Ist die Sehne doppelt, dann verschmilzt die äussere mit der Sehne des Extensor hallucis brevis, während die innere an die Tibialseite des Rückens der Grundpha-

lange der grossen Zehe sich ansetzt (Wood) und bald die innere bald die äussere die starke Sehne des Extensor hallucis longus zur Endphalange von unten kreuzt, um zur Grundphalange zu gelangen (Wood). Entspringt der Extensor hallucis longus minor von der Tibia, unter dem Tibialis anticus (Wood), in welchem Falle er wahrscheinlicher die Bedeutung einer selbstständig gewordenen Portion des Tibialis anticus als die des Extensor hallucis longus hat, so inserirt sich seine einfache Sehne an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe.

B. Eigene neue Beobachtungen.

Manche Widersprüche, die beim Vergleiche der Resultate aus den eigenen an 50 Cadavern vor 23 Jahren geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen mit den Resultaten anderer Anatomen aus deren Beobachtungen sich ergaben und die hin und wieder zu vagen Angaben der Letzteren über die von denselben beobachteten Abweichungen des Extensor hallucis longus veranlassten mich, neue Untersuchungen über diesen Muskel vorzunehmen. Gewisse Untersuchungen, welche ich im Verlaufe des ersten Viertels des Jahres 1875 an den unteren Extremitäten von 100 Cadavern vornahm, gaben mir die Gelegenheit, auch den Extensor hallucis longus zu berücksichtigen. Die über den Muskel an diesen 100 Cadavern (200 Extremitäten) gemachten Beobachtungen werde ich auf einer Tabelle übersichtlich zusammenstellen; dann die Resultate, die sich schon aus der Uebersicht ergeben, ziehen; und endlich ausführlichere Angaben über manche Abweichungen, namentlich über die Varianten des Extensor hallucis longus minor, folgen lassen.

I. Tabelle über neue Beobachtungen am Musculus extensor hallucis longus von 100 Cadavern (200 Extremitäten).

Neue Beobachtungen.	Beiderseitig	Rechtsseitig	Linksseitig
I. Der Muskel endet mit zwei Sehnen, mit der äusseren grossen an der Endphalange, mit der inneren kleinen an der Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe — Extensor hallucis longus der Norm — .	32	9	10
Die kleine Sehne erhält ein von dem Ligamentum cruciatum fasciae cruralis oder von der Schleimscheide des Muskels abgegangenes Sehnenbündel zur Verstärkung	—	1	1
Der Muskel ist an seinem Ende in zwei in die angegebenen Sehnen endende Fleischbäuche geschieden — Extensor hallucis longus bicaudatus —	7	2	3
Mit der Sehne des kleineren inneren Bauches des M. bicaudatus vereinigt sich die supernumeräre Sehne zur grossen Zehe eines Extensor digitorum longus anomalus mit 5 Sehnen zu allen Zehen	—	1	—
Der Muskel ist an seinem Ende in drei Fleischbäuche geschieden — Extensor hallucis longus tricaudatus —, wovon die Sehne des inneren schwächsten Bauches an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange, die des mittleren stärksten an die Endphalange sich ansetzt, und die des äusseren schwachen mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt zur Fibularseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe tritt	—	1	—
Der Muskel ist endlich in zwei ganz selbstständige Muskeln — Extensor hallucis longus major et minor — zerfallen, wovon der Major an die Endphalange und der Minor an die Grundphalange der grossen Zehe sich inserirt .	3	1	—
Beim Ursprunge von der Fibula und dem Lig. interosseum:			
Ganz über und in Distanz vom Extensor hallucis longus major	—	—	1

Neue Beobachtungen.	Beiderseitig	Rechtsseitig	Linksseitig
Mit dem kleineren Theile seines Ursprungs ($^{1}/_{4}$—$^{1}/_{5}$) über, mit dem grösseren einwärts von diesem Muskel . . .	—	2	1
Einwärts von der Mitte oder der oberen Hälfte desselben Muskels	—	2	1
Summa	42	19	17
II. 1. Der Muskel endet nur mit einer Sehne und zwar an der Endphalange der grossen Zehe — Extensor hallucis longus major. — Statt der kleinen Sehne zur Grundphalange der grossen Zehe findet sich einfache, oder am Anfange getheilte oder doppelte Ersatzsehne vor	28	12	13
A. Die Ersatzsehne geht von der Schleimscheide (oder dem umgebenden Bindegewebe) des Muskels, oder ausnahmsweise von der Schleimscheide des Tibialis anticus; oder von dem Lig. cruciatum oder ausnahmsweise von dem Septum transversum zwischen der Synovialscheide für den M. extensor hallucis longus und der Lacuna für die Vasa pediaea und den Nervus peroneus profundus ab	26	9	9
a. Einfach und einwärts von der Sehne des Muskels zur Endphalange der grossen Zehe	25	7	6
α. Mit Ansatz an die Grundphalange der grossen Zehe	24	6	4
β. Mit Ansatz an das Capitulum des Metatarsale I, oder an die Capsula metatarso-phalangea I.	1	1	2
Summa .	25	7	6
b. Einfach (meistens), oder im Anfange getheilt, auswärts von der Sehne des Muskels entstanden, nach Kreuzung der letzteren von oben oder unten, oder im Falle ihrer Partition am Ursprunge mit dem einen Bündel von oben und mit dem anderen von unten, an die Tibialseite des Rückens der grossen Zehe angeheftet	1	1	1
c. Einfach, oder am Anfange getheilt, einwärts verlaufend und an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe			

Neue Beobachtungen.	Beiderseitig	Rechtsseitig	Linksseitig
angeheftet, bei Vorkommendes Extensor hallucis longus als M. bicaudatus mit supernumerärem äusseren Bauche, wovon der innere grosse Fleischbauch und seine Sehne an die Endphalange der grossen Zehe geht, der äussere kleine Bauch und seine Sehne mit der des Extensor hallucis brevis an der Fibularseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich vereinigt	—	—	2
d. Doppelt vom Lig. cruciatum, einwärts gelagert und an die Grundphalange der grossen Zehe angeheftet	—	1	—
Summa .	26	9	9
B. Die einfache oder im Anfange getheilte oder doppelte, einwärts von der Sehne des Extensor hallucis major gelagerte Ersatzsehne geht von dem Tibialis anticus ganz oder mit einem Theile ab	2	3	4
a. Einfach und nur von der Sehne des Tibialis anticus	2	3	1
α. Mit Ansatz an die Grundphalange der grossen Zehe	1	2	1
β. Mit Ansatz an das Capitulum des Metatarsale I.	1	1	—
Summa .	2	3	1
b. Am Anfange getheilt mit einem Bündel von der Sehne des Tibialis anticus, mit dem anderen von der Schleimscheide des Extensor hallucis longus major zur Grundphalange der grossen Zehe	—	—	1
c. Doppelt, mit Ursprung der inneren Ersatzsehne von der Sehne des Tibialis anticus, der äusseren Ersatzsehne von der Schleimscheide des Extensor hallucis longus major, und Ansatz beider Sehnen an die Grundphalange der grossen Zehe	—	—	2
.	2	3	4
,	28	12	13
II. 2. Statt des Extensor hallucis minor welcher durch Zerfallen des Extensor hallucis			

Neue Beobachtungen.	Beide-seitig	Rechts-seitig	Links-seitig
longus in zwei selbstständige Muskeln entsteht, ist ein Extensor hallucis minor zugegen, welcher durch Zerfallen des Tibialis anticus in zwei selbstständige Muskeln entstanden ist .	—	1	—
II. Summe .	28	13	13
III. Die kleine Sehne zur Grundphalange der grossen Zehe fehlt ganz	1	1	2
Total-Summe .	71	29	29

II. Resultate aus den Angaben über die neuen Beobachtungen auf obiger Tabelle.

1. Die kleine Sehne des Extensor hallucis longus zur Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe fehlt selten ($^1/_{40}$ d. F.).

2. Unter den Fällen ihres Vorkommens ($^{39}/_{40}$ d. F.) wird sie abgegeben:

a. Von dem Extensor hallucis longus meistens (+ $^1/_2$ (+ $^9/_{16}$) d. F.).

b. Von dem Tibialis anticus bisweilen (+ $^1/_{16}$ d. F.).

c. Von dem Lig. cruciatum u. s. w. oft (— $^3/_8$ d. F.).

3. Bei dem Abgange von dem Extensor hallucis longus kommt sie:

a. Von der Sehne des Muskels in der Regel ($^3/_4$ d. F.).

b. Von dem inneren Bauche des zweibäuchig gewordenen Muskels — Extensor hallucis longus bicaudatus — öfters (− $^3/_{16}$; überhaupt $^1/_{10}$ d. F.).

c. Von dem inneren Bauche des dreibäuchig gewordenen Muskels — Extensor hallucis longus tricaudatus — ganz ausnahmsweise ($^1/_{112}$; überhaupt $^1/_{200}$ d. F.).

d. Von dem an die Grundphalange der grossen Zehe inserirten Extensor hallucis longus minor, als dem inneren kleineren der Muskeln, in welche der Extensor longus hallucis zerfallen kann, bisweilen (+ $^1/_{16}$; überhaupt + $^1/_{28}$ d. F.).

4. Bei dem Abgange von der Sehne des Extensor hallucis longus der Norm oder von dem kleineren Bauche des E. h. l. bicaudatus kann dieselbe: im ersteren Falle ein von dem Lig. cruciatum oder von der Schleimscheide des Muskels abgegangenes Verstärkungsbündel erhalten (+ 1/57 d. F.); im letzteren Falle aber sich mit ihr die supernumeräre Sehne zur grossen Zehe eines Extensor digitorum longus anomalus mit 5 Sehnen zu allen Zehen vereinigen (1/20; überhaupt 1/200 d. F.)[1]).

5. Als Ersatzsehne, welche vom Tibialis anticus herrührt, wurde sie angetroffen einfach (10/11 d. F.) oder am Anfange getheilt (1/11 d. F.); an die Grundphalange der grossen Zehe (8/11 d. F.) oder schon am Capitulum des Metatarsale I. (3/11 d. F.) inserirt; allein (9/11 d. F.) oder zugleich mit einer von der Schleimscheide des Extensor hallucis longus kommenden zweiten Ersatzsehne (2/11 d. F.).

6. Als Ersatzsehne, welche vom Lig. cruciatum u. s. w. kommt, wurde sie vorgefunden: einfach und gewöhnlich einwärts von der Sehne des Extensor hallucis longus major gelagert, in der Regel (+ 15/17 d. F.), oder mit ihrem bald einfachen bald getheilten Anfange auswärts von derselben selten (+ 1/17 d. F.); auch mit dem einfachen oder getheilten Anfange einwärts neben einem Extensor hallucis longus caudatus mit einem supernumerären äusseren, kleinen Bauche sehr selten (1/85 d. F.); endlich auch doppelt ganz ausnahmsweise (1/70 d. F.). Sie hatte sich an die Grundphalange der grossen Zehe in der Regel (13/14 d. F.), oder schon an das Capitulum des Metatarsale I. inserirt (1/14 d. F.).

7. Der Muskel hatte sich in der Mehrzahl der Fälle (27/50) an beide Phalangen der grossen Zehe und zwar mit einer zweigetheilten Sehne — Extensor hallucis longus der Norm —, oder mit den Sehnen von zwei Bäuchen — E. h. l. bicaudatus — oder sogar mit den Sehnen von drei Bäuchen — E. h. l. tricaudatus —; in der Minderzahl der Fälle (21/50) nur an die

1) S. dies. Archiv: „Ueber den Musculus extensor digitorum communis manus anomalus mit 5 Sehnen zu allen Fingern und den M. extensor digitorum longus pedis anomalus mit 5 Sehnen zu allen Zehen."

Endphalange der grossen Zehe allein — E. h. l. major — angeheftet. Er war bisweilen ($^1/_{25}$ d. F.) durch zwei besondere Muskeln — E. h. l. major et minor — vertreten, wovon einer an der Endphalange, der andere an der Grundphalange seinen Ansatz hatte. Hatte der Muskel mit zwei Sehnen geendet, so war es immer die innere kleinere, welche an der Grundphalange ihren Ansatz hatte; hatte er zwei Bäuche (22 d. F.), so war es in der Regel ($^{10}/_{11}$ d. F.) der innere kleinere Bauch, selten ($^1/_{11}$ d. F.) der äussere kleinere Bauch, welcher sich zur Grundphalange (jener an die Tibialseite, dieser mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt an die Fibularseite ihres Rückens sich begab; hatte er sogar drei Bäuche ($^1/_{200}$ d. F.), so hatten der mittlere starke an der Endphalange, der innere und äussere an der Grundphalange (jener an der Tibialseite, dieser mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt an der Fibular-Seite) ihre Insertion, erstere somit einen Bauch, letztere zwei Bäuche zur Bewegung erhalten. War für jede Phalange ein besonderer Muskel zugegen, so hatte der Extensor hallucis longus minor, welcher an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange sich inserirt und einwärts vom E. h. l. major seine Lage hatte, eine doppelte Bedeutung, d. i. er war entweder eine selbstständig gewordene Portion des Extensor hallucis longus ($^7/_8$ d. F.) oder des Tibialis anticus ($^1/_8$ d. F.). Hatte er die erstere Bedeutung, so war er, wegen seines Ursprunges von der Fibula und dem Lig. interosseum, und zwar bald einwärts von dem Ursprunge des E. h. l. major oder doch mit dem grösseren Theile ein- — mit dem kleineren Theile aufwärts davon ($^6/_7$ d. F.), bald über diesem Muskel und in Distanz davon ($^1/_7$ d. F.), und wegen seiner Lage einwärts von jenem Muskel, entweder in der ganzen oder doch der unteren Strecke seines Verlaufes „ein Extensor hallucis longus minor fibularis internus"; hatte er aber letztere Bedeutung, so war er wegen seines Ursprunges von der Tibia und dem Lig. interosseum und wegen seiner Lage zwischen dem Tibialis anticus und Extensor hallucis longus major „ein Extensor hallucis longus minor tibialis".

III. Ausführlichere Angaben über manche Abweichungen.

Ueber die kleine Sehne, welche nach den neuen Beobachtungen nicht nur an der Grundphalange oder an dem Mittelfussknochen der grossen Zehe, sondern auch an der Capsula metatarso-phalangea I. endigen kann, mochte diese nun nicht nur von der Sehne des Extensor hallucis longus oder als Ersatzsehne von dem Tibialis anticus oder vom Lig. cruciatum fasciae suralis oder von der Schleimscheide des Extensor hallucis longus, sondern auch nach den neuen Beobachtungen vom Septum transversum unter der mittleren Synovialscheide des genannten Lig. cruciatum oder von der Schleimscheide des Tibialis anticus abgegangen, mochte sie vom Extensor hallucis longus allein einfach oder mehrfach gekommen sein oder nach den neuen Beobachtungen noch von anderen Stellen her ein Verstärkungsbündel erhalten haben und mochte die statt ihr aufgetretene Ersatzsehne nicht nur einfach, sondern auch nach den neuen Beobachtungen am Anfange getheilt oder doppelt vorgekommen sein: ist ausser ihrer besonderen Feinheit, in der sie nach den neuen Beobachtungen vorgefunden war, nichts weiter nachzutragen, was nicht schon früher bemerkt und mitgetheilt worden wäre.

Ueber die gefundenen neuen Fälle des Extensor hallucis longus caudatus, wenn sie auch nur Bestätigungen früher beobachteter Fälle sind, erlaube ich mir einige Bemerkungen, und über die von mir früher noch nicht beobachteten Arten des Extensor hallucis longus minor ausführlichere Beschreibungen im Nachstehenden zu liefern.

1. Ueber den Extensor hallucis longus bicaudatus.

a. Mit supernumerärem inneren Bauche.

In solchen Fällen ($^{10}/_{11}$) ging der supernumeräre Bauch innen und vorn, oder innen und unten ab, war verschieden lang geschieden, verschieden stark, selbst ausgezeichnet halb gefiedert und hatte in einem Falle die supernumeräre Sehne eines Extensor digitorum longus anomalus mit 5 Sehnen zu allen Zehen mit seiner Sehne verschmolzen zur Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe treten lassen.

— Der Muskel ist gleichbedeutend dem Extensor hallucis longus der Norm, dessen beiden Sehnen besondere Fleischportionen entsprechen. —

b. Mit supernumerärem äusseren Bauche.

In diesen Fällen ($^{1}/_{11}$) ging die unterste, 3—4 Cm. breite Portion des Fleischkörpers des Muskels in eine besondere, 7 — 8 Cm. lange und bis 1,5 Cm. breite, platt-rundliche Sehne über, welche aussen von der grossen Sehne zur Endphalange verlief, 2—3 Cm. hinter der Articulatio metatarsophalangea I. mit der Sehne des Extensor hallucis brevis sich vereinigte und damit zur Fibularseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich begab, während die sonstige zur Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe gehende kleine Sehne entweder von der Schleimscheide des Extensor hallucis longus oder vom Lig. cruciatum entsprang. — Der Muskel ist ein Extensor hallucis longus major zu beiden Phalangen der grossen Zehe. —

2. Ueber den Extensor hallucis longus tricaudatus.

In diesem Falle ($^{1}/_{200}$) ging der innere Fleischbauch von innen und vorn und der äussere Fleischbauch aussen und unten vom Fleischkörper des Muskels ab. Während die Sehne des mittleren grossen Fleischbauches an die Endphalange der grossen Zehe sich inserirte, hatte die lange Sehne des inneren Fleischbauches an der Tibialseite des Rückens der Grundphalange derselben ihren Ansatz; es war die schwache Sehne des äusseren Fleischbauches mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt zur Fibularseite des Rückens seiner Grundphalange getreten. — Der Muskel hat die Bedeutung eines durch Verschmelzung eines Extensor hallucis longus minor und eines E. h. l. major bicaudatus entstandenen Muskels, gleicht einem der von mir früher gesehenen Fälle und ist von einem anderen derselben verschieden. — An der linken Extremität war ein Extensor hallucis longus major bicaudatus mit einer vom Lig. cruciatum abgegangenen Ersatzsehne für die kleine Sehne der Norm zugegen gewesen. —

3. Ueber die Varianten des Extensor hallucis longus minor (Fig. 1—4).

1. Ueber den Extensor hallucis longus minor fibularis.

a. Ueber den E. h. l. minor fibularis anterior (Fig. 1 *b*.).

Beobachtet an der linken Extremität eines Mannes, während an der rechten der E. h. l. minor fibularis internus sich vorfand; — also in $^{1}/_{8}$ d. F. des Auftrittes des E. h. l. minor und in $^{1}/_{200}$ d. F. überhaupt.

Ein dreiseitiger, platter, halbgefiederter Muskel mit sehr langer, plattrundlicher und starker Sehne, welche 5,5 Cm. lang die Fleischbündel aufnimmt.

Ursprung. Von der Kante der Fibula zur Insertion des Lig. interosseum und von letzterem in einer Länge von 7 Cm., — von einem Punkte angefangen, der 1,5 Cm. abwärts vom Capitulum und 3 Cm. abwärts von dem oberen Ende der Fibula, entsprechend der Mitte der Höhe der oberen Lücke des Lig. interosseum, sitzt bis zu einem Punkte nach unten, der 1 Cm über dem Anfange des 14 Cm. langen Ursprunges des E. h. l. major von den mittleren $^{4}/_{10}$ der Länge der Fibula sich befindet.

Lage und Verlauf. Zwischen dem Tibialis anticus und dem Extensor digitorum longus, vor dem Rande des Extensor hallucis longus major bis zur Articulatio talo-cruralis herab, mit der Sehne des letzteren Muskels durch deren Scheide im Lig. cruciatum fasciae cruralis und am Mittelfusse einwärts von dieser Sehne.

Ansatz. Mit seiner verbreiterten Sehne an der Tibialseite der Basis des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe einwärts vom Ansatze der Sehne des Extensor hallucis brevis.

Grösse. Die Länge beträgt: 46 Cm., wovon 16 Cm. auf den Fleischtheil und 30 Cm. auf die von Fleischbündel - Aufnahme freie Sehne kommen. Die Breite des Fleischtheiles misst am Ursprunge des Muskels 7 Cm., die der Sehne 2 Mm., am Ende: 5 Mm. Die Dicke des Fleischtheiles beträgt 3 Mm. und die der Sehne 1 Mm.

b. Ueber den E. h. l. minor fibularis internus (Fig. 2, 3, *b'*).

Beobachtet an den Leichen von zwei Männern beiderseitig und an Leichen zweier anderer Männer rechtsseitig, während linksseitig bei einem der letzteren der E. h. l. minor anterior, bei dem anderen ein E. h. longus bicaudatus sich vorfand; — also in 6 Fällen d. i. in $^3/_4$ d. F. des Auftretens dieses Muskels und in $^1/_{63}$—$^1/_{31}$ d. F. überhaupt.

Ein dreiseitiger, oder verschoben parallelogrammatischer, platter, halbgefiederter, völlig separirter Muskel mit sehr langer, platt-rundlicher, starker, am Ende verbreiterter Sehne, welche am Anfange in einer Strecke von 4·8—8 Cm. die Bündel des Fleischtheiles aufnimmt.

Ursprung. Von der Fibula an der Kante zur Insertion des Lig. interosseum und daneben von ersterer allein oder von dieser und dem Lig. interosseum zugleich oben, vom letzteren allein gewöhnlich unten, fleischig oder ausnahmsweise oben sehnig (bis 3 Cm. lang), in verschiedener Ausbreitung (4 bis 10 Cm.): etwa von einem Punkte, der dem unteren Pole der oberen Lücke des Lig. interosseum für die Vasa tibialia antica entspricht, bis zu einem Punkte abwärts, der 2—3 Cm. tiefer liegt als die Mitte der Länge der Fibula, mit $^1/_7$—$^3/_{14}$ der Höhe seines Ursprungs aufwärts vom obersten Ursprunge des Extensor hallucis longus major und mit den unteren $^6/_7$—$^1/_4$ derselben einwärts vom letzteren Muskel (½ d. F.), oder mit seinem Ursprunge in der ganzen Höhe einwärts vom E. h. l. major (½ d. F.), und zwar entweder neben dessen oberer Hälfte, am zweiten Viertel der Länge der Fibula ($^2/_3$ d. F.), oder neben dem mittleren Drittel desselben, vom zweiten und dritten Viertel der Fibula entsprungenen Muskels, also fast an der Mitte der Fibula, deren unterem Ende nur 1 Cm. näher.

Lage und Verlauf. Die Lage zwischen dem Tibialis anticus und dem Extensor digitornm longus oben und dem Tibialis anticus und Extensor hallucis longus major unten ($^1/_2$ d. F.); oder nur zwischen letzteren Muskeln ($^1/_2$ d. F.); ganz zwischen diesen Muskeln versteckt und dann mit dem vorderen Rande seines Fleischtheiles bis 1·8 Cm. hinter dem Rande des Ex-

tensor hallucis longus major oder mit dem Rande seines Fleischtheiles im Niveau oder sogar bis 6 Mm. vor dem Rande des letzteren Muskels; immer auswärts von den Vasa tibialia antica und dem Nervus peroneus profundus. Der Verlauf: immer gemeinschaftlich mit dem Extensor hallucis longus major durch die mittlere Scheide des Lig. cruciatum fasciae suralis und am Mittelfusse einwärts, in beträchtlicher Distanz von der Sehne des letzteren Muskels.

Grösse. Die Länge variirte von 31,5—48 Cm., wovon auf den Fleischtheil 14,5—21 Cm., auf die von Fleischbündel-Aufnahme freie Sehne 17—27 Cm. kamen. Die Breite (Höhe) des Fleischtheiles am Ursprunge betrug 4—10 Cm.; die Breite der Sehne 2—2½ Mm., am Ende bis 6 Mm. Die Dicke am Fleischtheile 3—4 Mm., an der Sehne 1 Mm.

Ansatz. Mit dem verbreiterten Ende der Sehne an der Tibialseite der Basis des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe vor der Capsula metatarso-phalangea I., einwärts vom Ansatze der Sehne des Extensor hallucis brevis.

Besonderheiten. An der Leiche mit dem Extensor hallucis longus minor fibularis anterior auf der linken Seite und des E. h. l. m. f. internus auf der rechten Seite ist, an jeder Tibia an deren Condylus internus der von J. Hyrtl[1]) beschriebene, von mir in einer ganzen Reihe von Fällen beobachtete und in mehreren bis 2·7 Cm. langen Exemplaren in meiner Sammlung aufbewahrte Processus trochlearis für die Sehne des Gracilis zugegen. Der Processus trochlearis sitzt jederseits 2 Cm. unter der Gelenkfläche des Condylus internus der Tibia in der Linie des Angulus internus derselben mit seiner Basis auf. An der linken Tibia endigt er in ein kleines Häkchen (Fig. 2*), an der rechten Tibia aber in einen ähnlich gestalteten und grossen Haken, wie einen solchen Hyrtl von einem Falle hat abbilden lassen.[2]) Der Processus an der linken Tibia

---

1) Ueber die Trochlearfortsätze von menschlichen Knochen. — Denkschriften der kais. Akademie d. Wissensch. Math.-naturw. Classe. Bd. XVIII. Wien 1860. 4°. S. 149.

2) Taf. III. Fig. 2a.

ist 1·2 Cm. lang, wovon bis 5 Mm. auf das Häkchen, an der rechten Tibia aber 3·2 lang, wovon 1·4 Cm. auf den Haken kommen. Wenn der Processus auch nur die Bedeutung einer Exostose haben sollte, wie manche glauben, so ist doch deren symmetrisches Vorkommen an beiden Tibiae bei einem und demselben Individuum bemerkenswerth.[2])

2. Extensor hallucis longus minor tibialis (Fig. 4 *b*")

Beobachtet an der rechten Extremität eines Mannes, während an der linken einer der oben angegebenen zwei Fälle des Extensor hallucis longus major bicaudatus zugegen war, dessen supernumerärer äusserer Bauch der untersten, 4 Cm. hohen Portion des E. h. l. major entspricht, die mit einer besonderen, mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigten Sehne zur Tibularseite des Rückens der Basis der Grundphalange trat, und wo statt der von diesem Muskel kommenden kleinen Sehne zur Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe eine von der Schleimscheide des Extensor hallucis longus abgegangene feine Ersatzsehne existirte — also in $^1/_8$ d. F. des Auftretens der E. h. l. minor und in $^1/_{200}$ d. F. überhaupt.

Ein dreiseitiger, platter, dünner, halbgefiederter, völlig vom Tibialis anticus separirter Muskel mit einer sehr langen, plattrundlichen Sehne, die an ihrem Anfange in einer Strecke von 3·5 Cm. die Bündel des Fleischtheiles aufnahm.

Ursprung. In der Höhe von 3·5 Cm. fleischig vom Lig. interosseum mit der oberen Hälfte und von der Tibia mit der unteren Hälfte, und zwar entsprechend dem vierten oberen Achtel der 26—27 Cm. langen Fibula und entsprechend der Mitte der Länge der Tibia, hinter dem untersten Ursprunge

2) Die oben angegebenen Fälle des Extensor hallucis longus minor von Meckel, aus meinen früheren Beobachtungen und von Wood, in welchen dieser Muskel vom Lig. interosseum oder von diesem und von der Fibula, abwärts oder auswärts vom E. h. l. major entsprungen war, auswärts vom letzteren seinen Verlauf genommen, und sich mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt, oder neben dieser an die Fibularseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich inserirt hatte, repräsentiren den E. h. l. minor fibularis externus.

des Tibialis anticus und gleich über dem Ursprunge eines supernumerären Kopfes des Extensor hallucis longus major; einwärts von den Vasa tibialia antica und dem Nervus peroneus profundus.

Lage und Verlauf. Die Lage: versteckt zwischen dem Tibialis anticus (*a*) und Extensor hallucis longus major (*c'*), aber einwärts von den Vasa tibialia antica und dem Nervus peroneus profundus (*k*). Der Verlauf; mit seiner Sehne durch die mittlere Scheide des Lig. cruciatum fasciae cruralis gemeinschaftlich mit der Sehne des Extensor hallucis longus major und am Mittelfusse einwärts und in beträchtlicher Distanz von der letztern.

Ansatz. An der Tibialseite des Rückens der Basis der Grundphalange der grossen Zehe.

Grösse. Die Länge beträgt 34 Cm., wovon auf den am Ursprunge 3·5 Cm. breiten Fleischtheil 12 Cm., auf die, wie in anderen Fällen, ähnlich breite und dicke Sehne 22 Cm. kommen.

Besonderheiten. Vorkommen eines Extensor hallucis longus major biceps (Fig. 4. *c'*). Der Extensor hallucis longus major zur Endphalange der grossen Zehe, welcher vom zweiten und dritten Viertel der Fibula entspringt und an dieser damit soweit herabreicht wie der Extensor digitorum longus, empfängt nämlich 4·5 Cm. über dem unteren Ende seines Ursprunges einen supernumerären Kopf (*α*). Dieser entspringt, entsprechend dem fünften Achtel der Länge der Fibula, in einer Länge (Höhe) von 4·5 Cm. von dem Lig. interosseum (oben) und der Tibia (unten), gleich abwärts vom E. h. l. minor tibialis (*b''*), hinter und auswärts vom Tibialis anticus (*a*) und einwärts von den Vasa tibialia antica und dem Nervus peroneus profundus (*k*), die zwischen den beiden Köpfen (*α*, *β*) des Extensor hallucis longus major (*c'*) ihren Verlauf nehmen.

Bedeutung. Der Extensor hallucis longus minor fibularis hat die Bedeutung einer selbstständig gewordenen Portion des Extensor hallucis longus und der E. h. l. minor tibialis die einer selbstständig gewordenen Portion des Tibialis anticus. Beide Arten aber sind homolog dem Extensor pollicis brevis.

C. Resultate aus fremden und eigenen Beobachtungen.

1. Nach eigenen Beobachtungen an 150 Cadavern (300 Extremitäten) fehlt die kleine Sehne zur Tibialseite der Basis der Grundphalange oder ausnahmsweise zum Mittelfussknochen oder ganz ausnahmsweise zur Capsula metatarso-phalangea I. nur selten (etwa in $^1/_{23}$ d. F.), ist also in + $^{22}/_{23}$ d. F. zugegen. Allerdings ist diese kleine Sehne oft (- $^1/_4$ d. F.) ohne allen Zusammenhang mit der Musculatur und kommt selten (etwa $^1/_{23}$ d. F.) auch vom Tibialis anticus, aber sie wird doch von dem Extensor hallucis longus selbst in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle ($^2/_3$) und zwar von dessen Sehne ($^{11}/_{20}$) oder, falls der Muskel als M. caudatus auftritt, von dem inneren Fleischbauche oder, falls letzterer Fleischbauch als selbstständiger Muskel — Extensor hallucis longus minor — sich separirt, von diesem (fast $^1/_{43}$) abgegeben. — Das Vorkommen der kleinen Sehne ist daher jedenfalls die Norm; in den Fällen des Mangels der kleinen Sehne überhaupt, oder ihrer Existenz, aber ohne Abgang von der Sehne des E. h. longus, ist nur der E. h. l. major vorhanden.

2. Der Extensor hallucis longus bicaudatus, welcher in $^1/_{10}$ d. F. auftritt, kommt unter zwei Arten vor: entweder mit supernumerärem inneren Bauche — Gruber — (häufig), dessen Sehne, wie die kleine Sehne des Muskels der Norm, an der Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe ihren Ansatz hat; oder mit supernumerärem äusseren Bauche — Meckel, Gruber — der bald in eine einfache Sehne endet, die mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt an die Fibularseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich inserirt, bald in zwei Sehnen endet, wovon eine, wie die kleine Sehne des Muskels der Norm, an die Tibialseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe sich inserirt, die andere mit der Sehne des Extensor hallucis brevis verschmolzen zur Fibularseite derselben sich begiebt — Gruber — während die Sehne des inneren Bauches die kleine Sehne des Muskels der Norm bald abgiebt, bald nicht, und die kleine Sehne im letzteren Falle, wenn sie dennoch existirt, nicht von den Muskeln abgeht. — Bei der ersten Art hat man es mit

einem Extensor hallucis longus bicaudatus des Muskels der Norm, bei der zweiten Art aber, namentlich in dem Falle, wo die kleine, von der grossen Sehne zur Endphalange der grossen Zehe abgegangene Sehne fehlt: mit einem Extensor hallucis longus major bicaudatus zu thun.

3. Der Extensor hallucis longus tricaudatus — Gruber — welcher in $^{1}/_{100}$ d. F. vorkömmt, hat, wie gesagt, die Bedeutung eines durch Verschmelzung des Extensor hallucis longus minor und E. h. l. major bicaudatus entstandenen Muskels. Der mittlere grosse Bauch setzt sich mit seiner Sehne an die Endphalange, die seitlichen Bäuche mit ihren Sehnen an die Grundphalange der grossen Zehe und zwar an die Sehne des äusseren Bauches, bald vereinigt mit der Sehne des Extensor hallucis brevis, bald neben dieser einwärts für sich, an die Fibularseite des Rückens der Grundphalange.

4. Der Extensor hallucis longus minor zur Grundphalange der grossen Zehe, welcher in $^{1}/_{30}$ d. F. auftritt, hat zweierlei Bedeutung: Er ist nämlich entweder (häufig — $^{7}/_{10}$ d. F. —) eine ein selbstständiger Muskel gewordene Portion des Extensor hallucis longus — E. h. l. minor fibularis — oder ausnahmsweise ($^{1}/_{10}$ d. F.) des Tibialis anticus — E. h. l. minor tibialis — Wood? Grnber. — Als E. h. l. minor fibularis ist er nach Ursprung, Lage und Ansatz: bald ein Anterior — Wood, Gruber — ($^{1}/_{10}$ d. F.), bald ein Internus — Henle, Wood, Gruber — ($^{3}/_{5}$ d. F.) bald ein Externus - Meckel, Gruber, Wood — ($^{1}/_{5}$ d. F.). Die Sehne des Externus tritt bald mit der Sehne des Extensor hallucis brevis vereinigt, bald von dieser isolirt, zur Grundphalange der grossen Zehe. Die kleine Sehne zur Tibialseite des Rückens der Grundphalange von der Sehne des E. h. l. major scheint gewöhnlich zu fehlen. Es kann sowohl der Internus als der Externus in zwei Sehnen endigen, wovon eine zur Tibialseite, die andere mit der des Extensor hallucis brevis vereinigt zur Fibularseite des Rückens der Grundphalange der grossen Zehe tritt — Wood.

5. Den Uebergang vom Extensor hallucis longus der Norm, (mit zwei Sehnen zu beiden Phalangen der grossen Zehe), zu dem in einen E. h. l. major und einen E. h. l. minor fibularis

geschiedenen Muskel bilden die verschiedenen E. h. l. caudati. Ein Tibialis anticus mit einer Sehne zur Grundphalange der grossen Zehe, zu einem in einen Tibialis und E. h. l. minor tibialis geschiedenen Muskel gehörig, ist noch zu finden.

6. Beim Vorkommen des E. h. l. minor tibialis ist ein E. h. l. major biceps beobachtet worden — Gruber —.

Erklärung der Abbildungen.

Vier Unterschenkel mit Füssen von drei Männern.

a. Musculus tibialis anticus.
b. „ extensor hallucis longus minor fibularis anterior.
b'. „ „ „ „ „ „ internus.
b''. „ „ „ „ minor tibialis.
c. „ „ „ „ major.
c'. „ „ „ „ major biceps. { α. Tibialkopf. β. Fibularkopf.
d. „ „ digitorum longus.
e. „ peroneus tertius.
f. „ „ brevis } (Sehnen).
g. „ „ longus }
h. „ extensor hallucis brevis.
i. „ „ digitorum „
k. Vasa tibialia antica et Nervus peroneus profundus.
+ Ligamentum interosseum cruris.
‡ „ cruciatum fasciae cruralis (Partien).
• Processus trochlearis tibiae.

Institut d. praktischen Anatomie.

St. Petersburg, im Mai 1875.

Eine accidentelle Bursa mucosa des Musculus laryngo-pharyngeus am Cornu majus der Cartilago thyreoidea.

Beobachtet von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Taf. XVII, B.

Bei den Massenuntersuchungen über den Kehlkopf, welche ich vom September 1860 bis Ende 1864 vorgenommen hatte, wurde ich auf diese Bursa mucosa (*a a'*) zuerst aufmerksam und traf sie am 22. November das erste Mal an der rechten Seite eines männlichen Kehlkopfes. Ich untersuchte gleich darauf noch 49 frische Kehlköpfe und fand sie noch bei 4 derselben. Unter diesen 50 Kehlköpfen, wovon 39 männlichen Individuen und 11 weiblichen im Alter von 18—62 Jahren angehört hatten, fand ich dieselbe somit an 5 derselben vor und zwar nach der Reihenfolge. in der die Kehlköpfe zur Untersuchung gekommen waren: beim 1., 3., 16., 17. u. 44; nach dem Geschlecht der Individuen: bei 3 männlichen und 2 weiblichen, nach dem Alter der letzteren: bei einem Manne von 29, bei zwei Männern von 62 Jahren und bei zwei Weibern in den Vierzigern; nach den Seiten: an 4 beiderseitig und an 1 rechtseitig. Später untersuchte ich noch 50 theils frische, theils in Spiritus aufbewahrt gewesene Kehlköpfe, meistens ohne Berücksichtigung des Geschlechtes und Alters der Individuen, und fand sie wieder an 5 derselben vor, und zwar: am 2., 39., 42., 45. und 49.; beiderseitig: an 1, rechtseitig; 2 und linkseitig: auch an 2.

Darnach wäre diese Bursa in $^{1}/_{10}$ der Fälle und gleich-

häufig beiderseitig und einseitig, namentlich bei Individuen vorgerückten Alters und vielleicht häufiger bei dem weiblichen als bei dem männlichen Geschlechte zu erwarten.

Gelegentlich ist mir die Bursa ebenfalls zur Beobachtung gekommen, z. B. an dem merkwürdigen Kehlkopfe „mit Sacci ventriculares extra-laryngei laterales" linkseitig, bei dessen Beschreibung ich auch ihres möglichen Vorkommens zuerst erwähnte.[1])

Lage. An der äusseren und hinteren Seite des Cornu majus der Cartilago thyreoidea (*a, a'*) allein und zwar an dessen Spitze, oder von ihr verschieden weit, selbst in ganzer Höhe des Horns, oder erst in einiger Entfernung von der Spitze angefangen, abwärts, oder ausnahmsweise am genannten Cornu majus und am Ansatze des Ligamentum hyo-thyreoideum latérale zugleich aufwärts; bedeckt von der obersten Zacke des Musculus laryngo-pharyngeus, welche von dem Tuberculum cartilaginis thyreoideae, darüber von der Cartilago thyreoidea bis zu deren oberem Rande, und mit einem Bündel auch gleich darunter von der Linea obliqua derselben und dem Lig. intermusculare zwischen jenem Muskel und dem M. hyo-thyreoideus entspringt, und schräg das Cornu majus der Cartilago thyreoidea kreuzt.

Gestalt. Eines rundlichen oder ovalen oder länglich-rundlich schlauchförmigen Beutels (*a, a'*), welcher von aussen und hinten nach innen und vorn comprimirt ist.

Grösse. Vom Umfange einer ganz kleinen Erbse, aber auch als ein Beutel von 6 Mm., oder 1 Cm. bis 1·8 Cm. Länge (Höhe); bis 5 Mm. in schräg sagittaler und bis 2 Mm. in schräg transversaler Richtung.

Wie bei anderen accidentell auftretenden Bursae mucosae ist Druck die Ursache der Bildung und Verhinderung nachtheiligen Reibens der Nutzen der neuen Bursa mucosa.

---

1) „Ueber einen Kehlkopf des Menschen mit theilweise ausserhalb desselben gelagerten seitlichen Ventrikelsäcken — Sacci ventriculares extra-laryngei laterales — (Gorilla- und Orang-Utang-Bildung). — Dieses Archiv 1874, S. 612, Taf. XV, Fig. 3*g*.

Erklärung der Abbildung.

Knorpelskelet des Kehlkopfes und Zungenbein mit Ligamenten eines Mannes (Ansicht von hinten).

a, *a'*. Cornua majora der Cartilago thyreoidea.

α. Bursa mucosa accidentalis musculi laryngo-pharyngei der rechten Seite. (Geschlossen.)

α'. Dieselbe der linken Seite (Oben geöffnet.)

Institut f. d. praktische Anatomie a. d. med.-chir. Akademie.
St. Petersburg, 4/16. October 1875.

Ein Musculus teres minimus scapulae

beobachtet von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Taf. XVII, C.

In einer Monographie[1]) habe ich bewiesen, dass der Musculus subscapularis auct. nicht nur mit Leisten- und Zwischenleistenbündeln von der Fossa subscapularis, sondern auch mit einem bis dahin übersehenen oder doch nicht besonders hervorgehobenen Randbündel vom Sulcus des Axillarrandes der Scapula zwischen dessen beiden Labia im Bereiche des Tuberculum infraglenoidale, welches am Labium posterius sitzt, dann von der vorderen Seite dieses Tuberculum selbst und endlich von der Sehne des langen Kopfes des Musculus triceps brachii entspringe. Dieses Randbündel, welches in $^1/_{10}$ d. F. fehlt, wird, wenn es zugegen ($^9/_{10}$ d. F.), allerdings nach seinem Ursprunge im weiteren Verlaufe in $^{13}/_{20}$ d. F. mit dem untersten Seitenbündel verschmolzen oder doch an diesem fest anliegend; erst in $^1/_5$ d. F. ist er davon durch ein von der Fascia subscapularis herrührendes Septum fast ganz oder mehr oder weniger bis nahe an das Ende isolirt und nur in $^1/_{20}$ der Cadaver und $^1/_{28}$—$^1/_{29}$ der Schultern vom Muskel durch eine lange und 4 Mm. bis 2 Cm. weite Lücke völlig geschieden. Also im letzteren Falle als selbstständiger Muskel angetroffen; aber seine Verlaufsrichtung ist von jener der Leisten- und Zwischenleisten-

---

1) Die Musculi subscapulares (major et minor) und die neuen supernumerären Schultermuskeln. Mit 4 Tafeln (22 Figuren). — Mém. des Sav. étrang. de St. Petersbourg. Besond. Abdruck. St. Petersburg. 1857. 4°.

bündel, welche die grösste Portion des Muskels zusammensetzen, eine verschiedene, denn während diese in einer Ebene liegen, liegt ersteres, wenigstens mit seinem Ursprungstheile, nicht in dieser Ebene. Auch sammeln sich nur die Leisten- und Zwischenleistenbündel an der Sehne, welche sich am Tuberculum minus und vermittelst einer sehnigen Membran, die den Sulcus intertubercularis überbrückt, am Tuberculum majus angeheftet, wogegen das Randbündel, welches bis zum Ende fleischig bleibt, mit jener Sehne nur dann sich vereinigt, wenn es nebenbei an das Tuberculum minus sich anheftet; — also mit dieser Sehne wenig oder nichts zu thun hat. Die Insertion des Randbündels variirt und kann auch am Tuberculum minus allein vor sich gehen, aber diese Insertionsart ist die seltene oder ausnahmsweise. Gewöhnlich findet die fleischige oder doch nur kurzsehnige Insertion des Randbündels statt: am Tuberculum minus und zugleich an und hinter seiner Spina, — wenn es nicht oder unvollständig separirt ist —; oder am unteren Umfange des Tuberculum minus und zugleich an dessen Spina oder an letzterer allein, — wenn es beinahe ganz oder bis zur Sehne des untersten Leistenbündels, isolirt ist —; oder an und hinter der Spina tuberculi minoris und zwar: entweder zwischen dem Tuberculum minus und dem Teres major bedeckt vom Latissimus dorsi in verticaler Richtung, oder am Collum chirurgicum oder Corpus humeri hinter dem Latissimus dorsi und Teres major in schräger Richtung — wenn es ein selbstständiger Muskel ist —.

Aus allen diesen Gründen zerfällt der Musculus subscapularis auct. in eine obere grosse Portion, welche die Leisten- und Zwischenleistenbündel zusammensetzen, und in die davon wesentlich verschiedene untere kleinere Portion, welche nur Randbündel enthält. Erstere habe ich als: „M. subscapularis major“, letztere als: „M. subscapularis minor“ aufgestellt.[1])

---

1) Der ganz isolirt auftretende Subscapularis minor ist später auch von anderen Anatomen wieder gefunden, aber unter anderen und verschiedenen Namen beschrieben worden. Schwegel — Ueber Muskelvarietäten. Sitzungsberichte d. mathem.-naturw. Cl. d. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. 34. S. 59 — erwähnt oberflächlich dieses Mus-

In derselben Monographie habe ich auch den Subscapularis minor und Teres minor einer Vergleichung unterzogen. Vom Teres minor führte ich an: dass er bisweilen auch von der Sehne des langen Kopfes des Triceps brachii entspringe, an den unteren und hintern Eindruck des Tuberculum majus und zugleich an eine Stelle darunter am Collum chirurgicum, welches in der Fortsetzung des Angulus externus des Oberarmbeins liegt und im Querdurchschnitt dieses Knochens der Spina tuberculi minoris gegenüber gestellt ist (nicht an die rauhe Spina tuberculi majoris) und zwar vorzugsweise an das Tuberculum majus sehnig-fleischig und nebenbei darunter immer an das Collum chirurgicum 1·3—2 Cm. und mehr breit, fleischig, niemals, mit Anschluss des ersteren, an letzteres allein sich inserire; immer am Infraspinatus knapp anliegend, wenn auch davon durch ein aponeurotisches Blatt geschieden, angetroffen werde; dass er die untere Wand der Capsula humero-scapularis rückwärts so bedecke, wie der Subscapularis minor vorwärts u. s. w.[1])

---

kels, 2 Jahre nach dessen Beschreibung von meiner Seite, unter dem Namen „M. subglenoidalis“. Er hielt ihn für einen neuen Muskel, was ein Irrthum war. Mit einem von mir ebenfalls beschriebenen anomalen Bündel des M. subscapularis auct. — Abhandlungen aus der menschl. u. vergl. Anatomie St. Petersburg 185?, 4°, S. 124 —, welches, nach Schwegel, seinem M. subglenoidalis = Subscapularis minor am nächsten kommen soll, hat der M. subscapularis minor, also auch der M. subglenoidalis, nichts gemein. Von jenem, 1852 von mir beschriebenen Bündel, welches nach Schwegel, schon Verheyen und Albin gekannt haben sollen, ist weder in der kurzen Beschreibung des M. subscapularis von Ph. Verheyen — Corp. hum. anatomiae Liber I. Ed. III. Neap. 1717, 4°, Tract. IV, Cap. I, p. 337; Deutsch. Leipzig (1718 o. 1714?) 8°. S. 564 — „noch in der langen Beschreibung desselben Muskels von B. S. Albin — Hist. musculorum hominis, Leidae 1734 4° p. 430—481 — eine Erwähnung gethan, auch das den M. subscapularis minor repräsentirende Randbündel von Albin nicht hervorgehoben. — Schwegel hat für den M. subscapularis minor einen neuen, unpassenden Namen entdeckt und die entweder falsch oder nicht citirten Werke der Autoren, auf die er sich beruft, nicht gelesen, vielleicht sogar nicht gesehen.

1) A. a. O. S. 13.

Für die Richtigkeit der damaligen Angaben stehe ich auch jetzt noch ein, aber ich irrte mich in sofern, als ich den Teres minor in toto dem Subscapularis minor gegenüberstellte.

Es kam mir nämlich im November 1865, also 8 Jahre nach der Veröffentlichung der genannten Monographie, an beiden Schultern eines Mannes die Portion des Teres minor, welche sich an das Collum chirurgicum des Oberarmbeines ansetzte, von der Portion, welche sich am Tuberculum majus desselben befestigt, vollig separirt, d. i. als ein ganz selbstständiger Muskel — Teres minimus — vor, bei Anwesenheit eines völlig isolirten Subscapularis minor und eines Coracobrachialis minor (Fig.). Unlängst traf ich den Teres minimus wieder an der rechten Schulter eines Mannes und zweifle nicht, dass man ihm öfters begegnen werde, wenn man nach ihm suchen werde. Dieser Teres minimus allein kann dem völlig selbstständig gewordenen Scapularis minor und deshalb auch die an das Collum chirurgicum sich inserirende Portion des Teres minor der Norm, wenn sie wie der Teres minimus entspringt, dem verwachsenen Randbündel des Subscapularis auct., welches den Subscapularis minor repräsentirt, gegenüber gestellt werden.

Der Musculus teres minimus scapulae (*n*) zeigt aber folgendes Verhalten:

Lage. An und unter der unteren Wand der Capsula humero-scapularis mit seinem mittleren Theile, der mit ersterer durch kurzes Bindegewebe fest vereinigt ist, rückwärts, wie Scapularis minor daselbst vorwärts; an seinen medialen $^3/_7$ vom Teres minor (*m*) bedeckt, an den lateralen $^4/_7$ aber unter diesem Muskel; von dem Subscapularis minor (*k*) durch die Sehne des langen Kopfes des Triceps brachii, an derem Ursprunge (*o*) medianwärts durch ein zwischen beiden gelagertes Spatium subcapsulare triangulare (*), in welchem die Capsula humero-scapularis von Musculatur unbedeckt ist, lateralwärts geschieden.

Ursprung. Von dem hinteren Umfange des Tuberculum infraglenoidale und von der hinteren Seite der Sehne des langen Kopfes des Triceps brachii, wie der Subscapularis minor von dem vorderen Umfange; in der ganzen Breite der Sehne, allein oder davon und mit einem kleinen Theile auch noch

vom Labium posterius des Axillarrandes, abwärts vom Tuberculum infraglenoidale, oben sehnig-fleischig, unten nur sehnig.

Verlauf. Schräg aus-, vor- und abwärts, mit dem Ursprungstheile hinter dem langen Kopfe des Triceps, diesen schräg kreuzend.

Ansatz. An die hintere Seite des Collum chirurgicum humeri, unter dem Tuberculum majus und unter dem Ansatze des Teres minor, in Richtung einer verticalen Linie 1·4 bis 2·8 Cm. lang und 6—7 Mm. über und vor dem obersten Ursprunge des äusseren Kopfes (*k*) des Triceps brachii.

Grösse. Seine grösste Länge betrug: 9·8 Cm.; seine Breite am Ursprunge 2·8, an der Mitte 1·0 — 1·6 Cm., am Ansatze 1·4—2·8 Cm.; seine Dicke bis 3 Mm.

Wirkung. Unterstützt den Teres minor im Auswärtsrollen u. s. w. und ist der Antagonist des Subscapularis minor.

In den zwei Fällen, in welchen mit dem Teres minimus (*n*) auch ein ganz selbstständiger Subscapularis minor (*k*) und ein Coracobrachialis minor (*p*) vorgekommen war, hatten dieselben nur Varianten aufgewiesen, die ich schon veröffentlicht habe.[1])

Erklärung der Abbildung.

Rechter Schulterstumpf von einem Manne. (Ansicht von der Fovea axillaris aus bei aufwärts gedrehter und auf das Acromion, den Processus coracoideus und den Angulus superior aufgestellter Scapula und bei median- und vorwärts umgelegten Ansatzstücken des M. latissimus dorsi und M. teres major scapulae.)

1. Clavicula.

2, 2', 2'''. Processus coracoideus, Angulus inferior und Acromion der Scapula.

3. Humerus.

4. Capsula humero-scapularis (untere, freie Wand).

a. Musculus cleido-mastoideus (Ursprung).

b. „ subclavius.

c. „ pectoralis minor (Ansatzstück).

---

1) A. a. O. S. 12. (230.) u. Art. IV. „M. coracobrachialis minor s. secundus (Thierbildung)“ S. 20. (238.).

d. Musculus coracobrachialis (major) mit dem mit ihm verwachsenen Caput breve m. bicipitis brachii (Ursprungsstück.)
e. Caput longum m. bicipitis brachii (Anfangsstück).
f. Musculus latissimus dorsi } Ansatzstücke.
g. „ teres major scapulae }
h. Caput externum m. tricipitis brachii (Oberster Ursprung).
i. Musculus subscapularis major.
k. „ subscapularis minor.
l. „ infraspinatus.
m. „ teres minor.
n. „ teres minimus.
o. Sehne des Caput longum m. tricipitis brachii (Ursprungsstück).
p. Musculus coracobrachialis minor.
(*) Spatium subcapsulare triangulare.

Institut f. d. prakt. Anat. a. d. med.-chir. Akademie.
St. Petersburg, 4./16. October 1875.

Ueber den Musculus popliteus biceps.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Hierzu Taf. XVI. Fig. 4. 5. 6.

A. Fremde Beobachtungen.

Der Popliteus geminus, den Hieronymus Fabricius ab Aquapendente[1]) schon vor 275 Jahren gesehen hatte, war wohl gleichbedeutend unserm Popliteus biceps. Dies scheint auch der Fall zu sein mit dem doppelten Popliteus, den Bevan nach Alex. Macalister[2]) beobachtet hat. Der von W. W. Wagstaffe[3]) am linken Knie gefundene, beschriebene und abgebildete doppelte Popliteus, wovon er den vom Schenkelbeine abgegangenen als analog dem gewöhnlichen Popliteus hinstellt und den vom Ossiculum sesamoideum gastrocnemii externi entstandenen als Popliteus accessorius bezeichnet, ist bestimmt gleich der Varietät unseres Popliteus biceps, bei der sein innerer Kopf vom genannten Ossiculum entspringt.

B. Eigene Beobachtungen.

Im Verlaufe vieler Jahre habe ich den Popliteus biceps (Fig. 4—6. *h*) in einer Anzahl von Fällen, wovon ich eine Reihe

---

1) Opera omnia anat. et physiologica. Lipsiae 1687. Art. De motu locali animalium secundum totum et primo quidem de gressu. p. 359: „Attamen anno 1599 vidi musculum sup poplite occulatum geminum superiorem et inferiorem et utrumque suo socio contiguum."

2) A descriptive Catalogue of muscular anomalies in human anatomy. Dublin 1872. 4°. S. 119.

3) „Description of an accessory muscle in connection with the politeus." — The Journ. of anatomy and physiology. Ser. II, No. IX. S. 214 — (Beschreibung unvollständig, Abbildung unrichtig.)

in meiner Sammlung aufgestellt habe, gesehen, in welcher derselbe vielleicht überhaupt noch nicht zur Beobachtung gekommen war. Ich konnte daher den anomalen Muskel möglichst allseitig und besser als jeder Andere kennen lernen. Dies genügte, um mich zu bestimmen, endlich auch darüber meine Beobachtungen im Nachstehenden mitzutheilen:

Vorkommen.

Ich habe den Muskel das erste Mal im Januar 1853 an beiden Extremitäten eines Mannes angetroffen, kenne ihn somit seit 21 Jahren. Bei den darauf zur Ausmittelung verschiedener Verhältnisse in der hinteren Knieregion von 1853 bis gegen Ende 1856 geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen an 250 Cadavern (242 männlichen und nur 8 weiblichen) war mir derselbe an 4 von männlichen Individuen, und zwar: beiderseitig an 1 und nur linkseitig an 2 vorgekommen. Im December 1871 hatte ich ihn an dem Cadaver eines Mannes rechtseitig und 1874 noch bei 2 männlichen Cadavern und zwar bei dem einen beiderseitig und bei dem andern nur rechtseitig beobachtet. — Ich habe somit den Muskel bis jetzt beiderseitig an 3, nur rechtseitig an 3, nur linkseitig an 2 Cadavern, also an 8 Cadavern und 11 Extremitäten gesehen. Nach den Beobachtungen seines Auftretens bei den auch auf sein Vorkommen geflissentlich vorgenommenen Massenuntersuchungen hatte sich das Vorkommen zum Mangel verhalten; nach Cadavern Zahl wie 4:346 = 1:86·5; nach Extremitäten - Zahl wie 5:695 = 1:139. Darnach wäre der Muskel häufiger einseitig als beiderseitig, etwas häufiger rechtseitig als linkseitig, unter 87—88 Cadavern und unter 140 Extremitäten erst 1 Mal, also selten zu erwarten. Dass der Muskel nur bei Männern vorkommen sollte, ist zu bezweifeln. Er wurde bei Weibern wohl nur deshalb nicht angetroffen, weil bei den Untersuchungen auf sein Vorkommen zufällig eine zu geringe Anzahl von weiblichen Cadavern zur Zergliederung gekommen war.

Bei seinem Vorkommen war der Plantaris in 9 Fällen zugegen und mangelte in 2 Fällen. Unter den ersteren Fällen war an einem der Plantaris anomal angeordnet, weil er nur

vom Schenkelbeine seinen Ursprung genommen hatte. — Darnach hatte der supernumeräre Kopf des Muskels den Plantaris in zwei Fällen ganz und in einem Falle theilweise ersetzt, was sonst bei Mangel des Plantaris durch den Gastrocnemius externus zu geschehen pflegt.

Bei seinem Vorkommen war das Ossiculum sesamoideum im Gastrocnemius externus in 7 Fällen angetroffen und in 4 Fällen vermisst worden. — Darnach würde mit dem Muskel jenes Ossiculum um fast $^1/_3$ d. F. häufiger auftreten als mangeln.

Gestalt.

Während der einfache Muskel der Norm dreiseitig, ist der zweiköpfige Muskel (*k*) länglich vierseitig. Die Köpfe, von welchen der äussere vordere tiefe (β) dem Muskel der Norm entspricht, der innere hintere, oberflächliche (α) der supernumeräre, sind beide länglich-vierseitig (gewöhnlich) (Fig. 4.), oder beide länglich dreiseitig, oder einer ist länglich-dreiseitig und der andere ist länglich-vierseitig (Fig. 5. 6.).

Kommen die Köpfe nur am Ursprunge des Muskels, also kurz vor, so werden sie durch eine dreieckige Lücke oder einen halbkreisförmigen Ausschnitt am Ursprungsende des Muskels geschieden und liegen neben einander. In dem Falle mit dem halbkreisförmigen Ausschnitte war dieser von einem sehnigen Bogen zum Ursprunge des Fleischtheiles begrenzt, 1·5 Cm. tief und weit.

Erstrecken sich die Köpfe noch auf den Körper des Muskels (Fig. 5., 6.), oder sogar noch auf eine Partie seiner Ansatzportion (Fig. 4.), haben dieselben also eine verschieden beträchtliche Länge, so trifft man sie unter ihrem Ursprunge durch eine dreiseitige Lücke, später durch einen allmälig sich verengenden Spalt gesondert. Dieser Spalt dringt aber nicht in sagittaler Richtung, sondern schräg ein- und vorwärts in den Muskel, und zwar bald bis zur Kniekapsel und auf die Tibia durch denselben, bald nicht bis dahin. Derselbe verläuft den Rändern des Muskels bald parallel, bald steigt er über dem Muskel zum äusseren unteren Rande seiner Ansatzportion

schräg ein- und abwärts (Fig. 4.). Derselbe kann an der Mitte des Muskels oder an einem seiner Ränder, gewöhnlich dem inneren, genäherter verlaufen und bis 2·7 Cm. vom inneren Winkel der Tibia entfernt, endigen, so dass im letzteren Falle selbst von zwei, nur am Ende verschmolzenen Muskeln gesprochen werden kann.

Die Lücke zwischen den Ursprungstheilen der Köpfe des Muskels wurde bis 2—2·7 Cm. weit; diese und der Spalt bis 8 Cm. lang angetroffen. Am Muskel mit langen Köpfen oder am doppelten Muskel sind daher die Köpfe oder Muskeln unter ihrem Ursprunge neben-, später hintereinander gelagert (dabei bald völlig von einander geschieden, bald ein- und vorwärts mit einander verwachsen), und zwar so, dass der innere den äusseren theilweise (an dessen innerer Partie) deckt.

Grösse.

Der Muskel ist immer am Ursprunge breiter als der Muskel der Norm, übrigens anscheinend, wenigstens in der Regel, entwickelter als dieser. Der innere Kopf (α) ist gewöhnlich der schwächere (Fig. 5. 6.), kann aber auch so stark wie der äussere (Fig. 4.), oder selbst stärker als dieser vorkommen. Ist er in sehr langer Strecke abgesondert, so kann man vom Vorkommen eines supernumerären Popliteus (wohl gewöhnlich Popliteus minor) reden. Die Grösse des inneren Kopfes variirt. Er ist 1·3—8 Cm. lang; von 7 Mm. am Anfange und 1·4 Cm. am Ende bis 2—2·7 Cm. an beiden breit; an der Ursprungssehne ist er membranös dünn, aber auch 3—4 Mm. und am Fleischtheile bis 1·3 Cm. dick gesehen worden.

Ursprung.

Der äussere Kopf (β), welcher dem Muskel der Norm analog ist, entspringt wie dieser mit der starken Sehne der äusseren Portion aus der furchenartigen Grube am Condylus externus femoris, unter dem sagittalen Schenkel seiner Tuberositas und mit der innern Portion, unmittelbar oder kurzsehnig von der Kniekapsel (am Lig. popliteum arcuatum — Henle)

unter der Zwischengelenkslinie oder theilweise im Bereiche derselben und mittelbar vom Meniscus externus.

Der supernumeräre innere Kopf (α) entspringt bald kurzsehnig (gewöhnlich) (Fig. 5.), bald mit einer dünnen Aponeurose oder einer platt-rundlichen Sehne (selten) (Fig. 6.), an und neben dem Winkel der Kniekapsel hinter dem Condylus externus, welcher durch Verwachsung derselben mit dem Gastrocnemius externus entsteht — von der Stelle angefangen, wo letzterer von der Kapsel frei wird, verschieden hoch und selbst bis zum oberen Drittel des Condylus externus aufwärts, in der Richtung einer verticalen, schrägen oder bogenförmigen Linie, von dem Ende des Lig. popliteum (Lig. p. obliquum), dieses schräg kreuzend, und von dem Ossiculum sesamoideum gastrocnemii externi, wenn es da ist, allein (Fig. 5.) oder von diesen beiden und zugleich darüber verschieden hoch von der Kniekapsel. Die dünne Aponeurose, mit welcher der Kopf entsprang, war in einem Falle 1.5 Cm. breit, Die platt-rundliche Sehne war in einem Falle (Fig. 6.) 2 Cm. lang, am Anfange 1 Cm., später 6 Mm. breit. Die bogenförmige Linie, in deren Richtung der Kopf kurz-sehnig abging, war in einem Falle mit Mangel des genannten Ossiculum sesamoideum 3·4 Cm. lang, mit der Convexität aus- und aufwärts gekehrt, mit ihrer Mitte dem Gastrocnemius externus ganz genähert und hatte hinter dem Lig. popliteum abwärts und 2·2 Cm. unter dem oberen Umfange des Condylus externus in beträchtlicher Entfernung vom Gastrocnemius externus aufwärts in der Kniekapsel geendet.

Der Ursprung des Kopfes am Ossiculum sesamoideum gastrocnemii externi (No. 4.), mochte ersterer nun auf das letztere sich beschränken ($^2/_7$ d. F.), oder auch darüber noch auf die Kniekapsel sich ausdehnen ($^5/_7$ d. F.), geht an der inneren Seite seines hinteren Umfanges oder an dessen innerem Rande (Fig. 5) und unterem Pole, hinter dem Ende des daselbst endenden Lig. popliteum und mit diesem gemeinschaftlich, vor sich.

Der Plantaris (*h*), wenn er normal entwickelt ist, entspringt immer mit einer Partie Bündel von der Ursprungssehne des Kopfes (Fig. 4., 6.)

Ansatz.

Die am Ende mit einander verschmolzenen Köpfe setzen sich, wie der Muskel der Norm, an das dreieckige, über der Linea poplitea der hinteren Fläche der Tibia (No. 2) befindliche Feld (Fig. 4–6).

Wirkung.

Der äussere Kopf wirkt wie der Muskel der Norm. Der innere supernumeräre Kopf unterstützt die Wirkung des Plantaris auf die Kniekapsel und Ossiculum sesamoideum gastrocnemii externi oder übernimmt des letztern Function im Falle seines Mangels. Er hilft die Kniekapsel im Bereiche des Condylus externus femoris spannen, hilft das Ossiculum sesamoideum verschieben und hilft beide vor Einklemmung schützen.

Bedeutung.

Der Muskel kann nicht die Bedeutung eines gewöhnlichen in zwei Köpfe gespaltenen Popliteus haben, wovon der eine der von dem Schenkelbeine, der andere der von der Kniekapsel unterhalb oder an der Zwischengelenkslinie entsprungenen Portion analog wäre. Der Muskel hat in der That die Bedeutung eines anomalen Popliteus mit einem supernumerären inneren Kopfe. Sein äusserer Kopf besitzt nämlich die dem Muskel der Norm zukommende Portion, welche von der Kniekapsel abwärts vom Condylus externus femoris entsteht, ebenfalls, und sein innerer Kopf nimmt hinter dem Condylus externus femoris von der Kniekapsel u. s. w, seinen Ursprung.

Besonderheiten.

Durch den supernumerären inneren Kopf des Muskels kann die Arteria poplitea von den zwei Venen, in welche die oben einfache Vena poplitea im Trigonum inferius der Fossa poplitea noch gespalten ist, und von dem Nervus tibialis abgesondert sein. Ich sah dies an dem linken Knie mit dem anomalen Muskel, welches mir am 27. April 1855 zur Untersuchung vorgekommen war. Die Arterie hatte zwischen beiden Köpfen

des Popliteus biceps, die beiden Venen und der Nervus tibialis aber zwischen dem inneren Kopfe des letzteren Muskels und dem Plantaris Platz genommen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 4—6.

Hintere Knieregionen der rechten Seite. (Das Ossiculum sesamoideum m. gastrocnemii externi ist da, aber versteckt an Fig. 4.; dasselbe entblösst durch Entfernung des M. plantaris und der Sehne des M. gastrocnemius externus an Fig. 5; dasselbe mangelnd an Fig. 6.)

Bezeichnung für alle Figuren:

1. Femur.
2. Tibia.
3. Fibula.
4. Ossiculum sesamoideum m. gastrocnemii externi

a. Capsula genualis.
b. Ligamentum popliteum.
c. „ laterale genu externum anticum.
d. „ „ „ „ posticum.
e. Musculus gastrocnemius internus.
f. „ semimembranosus.
g. „ gastrocnemius externus.
h. „ plantaris.
i „ biceps femoris.
k. Musculus popliteus biceps
 α. Innerer (supernumerärer) Kopf desselben,
 β. Aeusserer (dem Muskel der Norm analoger) Kopf dess.

St. Petersburg, $\frac{\text{20. September}}{\text{2. October}}$ 1874.

Ueber einige seltene Zungenbein- und Kehlkopfmuskeln.

Beobachtet von

Dr. Wenzel Gruber,

Professor der Anatomie in St. Petersburg.

Zur Kenntniss gekommen bei den Untersuchungen von 300 Kehlköpfen und deren Anhängen, die ich vom September 1860 bis Ende 1864 vorgenommen hatte.

1. Ein Musculus suprahyoideus medianus.

Beobachtet bei einem Manne am 5. Januar 1861.

Lage. Auf dem Körper des Os hyoideum, hinter den Ansätzen beider Mm. geniohyoidei, in querer Richtung.

Gestalt. Ein bandförmiges, dünnes, am rechten Schwanze sehniges, am linken Schwanze in zwei Bündel, ein vorderes fleischiges und hinteres sehniges, gespaltenes Muskelchen.

Ansatz. Mit dem rechten Schwanze sehnig an das noch beweglich vereinigte Cornu minus ossis hyoidei der rechten Seite; mit dem hinteren Bündel des linken Schwanzes an dasselbe Cornu der linken Seite, mit dem vorderen Fleischbündel dieses Endes aber in den M. hyoglossus der linken Seite, als ein Bündelchen an dessen vorderem Rande, fortgesetzt.

Grösse. So lang, als die Distanz beider Cornua minora ossis hyoidei beträgt: 2·5 Mill., breit und dünn.

Wirkung. Näherung der Spitzen der genannten Cornua zur Medianlinie.

2. Ein Musculus suprahyoideus lateralis.

Beobachtet bei einem Weibe am 24. Januar 1863 an der linken Seite.

Lage. Ueber dem linken Cornu majus ossis hyoidei aussen am M. hyoglossus.

Gestalt. Ein spindelförmiges an beiden Schwänzen mit einer schmalen und 6 Mill. langen Sehne versehenes Muskelchen.

Ansatz. Mit der hinteren Sehne am lateralen Rande des Cornu majus sinistrum des Os hyoideum, 6 Mill. vor dem hinteren Ende dieses Cornu; mit der vorderen Sehne am Corpus des Os hyoideum vor und unter dem Basioglossus des M. hyoglossus.

Verlauf. Ueber dem genannten Cornu am M. hyoglossus etwas gekrümmt und eine grosse Lücke zwischen dem Basio- und Cerato glossus des letzteren Muskels überspringend, an welcher das dieselbe unten begrenzende Os hyoideum am lateralen Rande seines linken Cornu majus eine tiefe Ausbuchtung besass.

Zweck. Wohl nur zum Schutze des Nervus hypoglossus, welcher an derselben Seite einen ganz anomalen Verlauf genommen hatte, d. i. zuerst vor dem Cornu majus des Os hyoideum bis in den Sulcus hyo-thyreoideus abwärts gestiegen war, dann sich aufwärts umgebogen hatte, ferner durch die vom Os hyoideum — andessen genannter tiefen Ausbuchtung — und vom anomalen Muskelchen begrenzte Lücke aufwärts getreten und darauf erst über dem M. mylohyoideus u. s. w. verlaufen war.

3. Ein Musculus thyreo-glossus.

Beobachtet am 6. October 1860 bei einem Weibe.

Jeder M. hyoglossus entsprang, abgesehen von den gewöhnlichen am Zungenbein entspringenden Portionen, auch mit einem starken Bündel von der Spitze des Cornu majus der Cartilago thyreoidea, also mit einem Bündel, welches noch tiefer, als der von J. Henle[1]) zuerst erwähnte und dann von Bochdalek jun.[2]) beschriebene Triticeo-glossus seinen Ursprung genommen hatte.

1) Handbuch der Eingeweidelehre des Menschen. Braunschweig 1866. S. 97.

2) „Ueber einen kleinen bisher wenig beobachteten Zungenmuskel." — Vierteljahrsschr. f. d. prakt. Heilkunde. Prag 1866. Bd. II, S. 137.

4. Ein Musculus crico-corniculatus.

Dieses von Caspar Theobald Tourtual[1]) zuerst erwähnte Muskelchen traf ich 1861 an dem Kehlkopfe (192) eines Mannes linkseitig an.

Das starke Muskelchen hatte von der linken Hälfte des dreieckigen Feldes, in welches die sogenannte Linea eminens der Lamina der Cartilago cricoidea oben endigte, neben der Medianlinie und neben und über dem M. crico-arytaenoideus posticus seinen Ursprung genommen, war hinter dem M. arytaenoideus transversus, diesen kreuzend und hinter ihm straff gespannt, vertical aufwärts gestiegen und hatte sich an die Cartilago corniculata und an den äusseren Rand der Spitze der Cartilago arytaenoidea der linken Seite inserirt.

Durch das Muskelchen war die Cartilago corniculata der linken Seite nebst der Spitze der Cartilago arytaenoidea auffallend stark nach rück- und abwärts gekrümmt erhalten worden, während diese auf der rechten Seite wie gewöhnlich aufwärts gerichtet waren.

5. Ein Musculus hyo-thyreoideus accessorius.

Beobachtet an dem Kehlkopfe eines 48jährigen Mannes auf der linken Seite im Jahre 1861.

Lage. Ueber die hintere Partie des Sulcus hyo-thyreoideus, rückwärts vom M. hyo-thyreoideus sinister und tiefer als dieser gelagert, schräg ausgespannt.

Gestalt. Eines schmalen, bandförmigen Muskelchens.

Ursprung. Vom oberen Rande der Cartilago thyreoidea am Winkel zwischen der linken Lamina derselben und dem Cornu majus.

Verlauf. Schräg auf- und vorwärts.

Ansatz. Am Rande des Cornu majus des Os hyoideum, 12—14 Mm. vor dessen hinterem freien Ende, rückwärts und isolirt von dem M. hyo-thyroideus der entsprechenden Seite.

---

1) Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes mit vergleichend anatomischen Bemerkungen. Leipzig 1846. 8°. S. 105.

Grösse. Länge = 2·3 Cm., Breite = 2 Mm. — Das Muskelchen ist völlig verschieden von den von mir beschriebenen M. hyo-thyreoidei laterales,[1]) welche zwischen den Enden der Cornua majora des Os hyoideum und der Cartilago thyreoidea an der inneren Seite der Lig. hyo-thyreoidea lateralia liegen. Es gehört aber in die Kategorie jener tiefer als der M. hyothyreoideus der Norm gelagerten accessorischen M. hyo-thyreoidei, welche J. B. Morgagni, A. v. Haller und S. Th. Sömmering beschrieben hatten. Der von Morgagni[2]) und Haller,[3]) von jedem 1 Mal, beobachtete Muskel war dreieckig, hatte am oberen Rande der Cartilago thyreoidea nahe bei dessen Cornu majus seinen Ursprung genommen und am Ende des Cornu majus des Os hyoideum sich inserirt. Der von Sömmering[4]) gesehene Muskel, den er M. hyo-thyreoideus superior (s. minor s. azygos) benannt hatte, war am oberen Rande (wo?) der Cartilago thyreoidea entstanden und hatte sich am unteren Rande des Körpers des Os hyoideum inserirt. Von Sömmering's Muskel ist unser Muskel nach den Stellen des Ursprunges und Ansatzes verschieden; den Muskeln von Morgagni und Haller gleicht derselbe zwar dem Ursprunge, von der Cartilago thyreoidea, nach, ist aber davon durch die Stelle seines Ansatzes am Cornu majus des Os hyoideum verschieden.

Institut f. d. prakt. Anatomie a. d. med.-chir. Akademie.
St. Petersburg, 4./16. October 1875.

---

1) „Neue Anomalien." Berlin 1849. 4°. S. 13.

2) Epistolae anatomicae etc. Patavii 1764. Fog. Epist. XI. No. 43 S. 112. (Bei E. H. Weber — Fr. Hildebrandt's Anat. d. M., Bd. 2, Braunschweig 1830, S. 358 Note — ist dieser Muskel unrichtig citirt.

3) Elementa physiologiae. Tom. III. Lausannae 1766. 4. Lib. IX. Sect. I. §. 11. S. 383.

4) V. Bau d. menschl. Körpers. Th. 3. Frankfurt a. Main 1800. S. 129.

Ueber die negative Schwankung des Muskelstromes bei der Zusammenziehung.

Von

E. du Bois-Reymond.

Zweite Abtheilung.[1])

Von der relativen Grösse der negativen Schwankung bei Einzelzuckungen, oder von der Frage, ob bei der Zuckung der Muskelstrom sich umkehre oder nicht. Verschiedene Erscheinungsweisen der Einzelschwankung.

§. XII. Einleitung.
Die Sachlage in den „Untersuchungen".

Von Hrn. Meissner's Theorie der elektromotorischen Vorgänge bei der Zusammenziehung kann nach den Ausführungen in der ersten Abtheilung die Rede nicht mehr sein. Dagegen verdient die von Hrn. Krause bei Gelegenheit dieser Theorie zuerst ausgesprochene und seitdem der Aufmerksamkeit der Physiologen nachdrücklich empfohlene Vermuthung noch immer alle Beachtung, nach welcher die Nerven durch einen von der Nervenendplatte, als einer elektrischen Platte, ausgehenden Schlag die contractile Substanz zur Zusammenziehung reizen sollen. Ich werde diese Hypothese, die ich kurz die „Entladungshypothese" nenne, zum Gegenstand einer besonderen Abhandlung[2])

1) S. die erste Abtheilung dieser Untersuchung in diesem Archiv, 1873. S. 517—619. Sie wird im Folgenden als „I." angeführt.

2) Diese Abhandlung ist seitdem unter dem Titel: „Experimentalkritik der Entladungshypothese über die Wirkung von Nerv auf Muskel" in den Monatsberichten der Berliner Akademie erschienen. S. dort, 1874. S. 519—560.

machen. Hier fahre ich fort, die negative Schwankung mit den neuen uns zu Gebote stehenden Hülfsmitteln zu untersuchen.

In der ersten Abtheilung bestimmten wir den relativen Betrag der negativen Schwankung des Muskelstromes bei der Zusammenziehung unter verschiedenen Umständen. Die Kraftabnahme, welche der vom thermischen Querschnitt abgeleitete Strom im Tetanus höchstens erfährt, fanden wir = 40 pCt. (s. I. S. 531). Doch handelte es sich dort um Tetanus. Eine andere Frage ist die nach der Tiefe der einzelnen schnellen Senkungen der Kraft, aus denen die tetanische Schwankung sich zusammensetzt, und deren jede, im Gegensatz zur letzteren, Einzelschwankung heissen kann, da solche Schwankungen sichtlich die Einzelzuckungen (s. I. S. 518) begleiten. Der Stand, in welchem ich diese Frage in den „Untersuchungen" liess, war folgender.[1]

Sobald der secundäre Tetanus verrathen hatte, dass die Stromabnahme im Tetanus keine stetige sei, blieb ungewiss, ob in der Einzelschwankung die elektromotorische Kraft des Muskels nur abnehme, ob sie Null werde, oder ob sie sich umkehre; ob, wenn sie letzteres thue, sie im negativen Sinne kleiner, ebenso gross, oder grösser ausfalle, als im positiven. Ja noch mehr, auch die Höhe, zu der zwischen zwei solchen Senkungen die Curve wiederum ansteigt, wird zweifelhaft. Sie kann dieselbe, kleiner, oder grösser sein, als in der Ruhe. Die durch die mittlere Ordinate gemessene Wirkung des Stromes auf die Magnetnadel wird in allen diesen Fällen dieselbe sein, sobald der Flächenraum derselbe ist, welchen die den zeitlichen Verlauf des Stromes darstellende Ktenoïde (s. I. S. 536) mit der Abscissenaxe und den Ordinaten zu Anfang und Ende des betrachteten Zeitraumes einschliesst.

Diese Einsicht bestimmte mich bekanntlich vor langer Zeit, für die scheinbare Abnahme des Muskelstromes im Tetanus den alle jene Fälle umfassenden Namen der „negativen Schwankung" zu wählen: eine Wahl, die sich als besonders glücklich erwies,

---

1) Vergl. dort Bd. II. Abth. I. S. 91. 120 ff.; — Abth. II. S. 147 ff.

weil, wie sich später zeigte, bei Ableitung des Stromes vom natürlichen Querschnitt häufig Stromumkehr, zuweilen auch relativ positive Schwankung (s. I. S. 523) des schon in der Ruhe verkehrten Stromes den Tetanus begleitet, ohne dass jedoch daraus Stromumkehr im obigen Sinne folgte. Alle diese Erscheinungsweisen der Stromschwankung im Tetanus passten nun gleichmässig unter den Namen der „negativen Schwankung."

Schon in den „Untersuchungen" habe ich verschiedentlich versucht, die Frage nach der Tiefe der Einzelschwankung zu entscheiden. Natürlich wird es eher gelingen, zu ermitteln, ob der Strom sich umkehre oder nicht, als jene Tiefe zu messen Ich bemühte mich daher zunächst nur, tetanischen Muskeln negative Wirkungen zu entlocken. Der nicht parelektronomische Muskel, den ich damals allein kannte, wirkt im Tetanus positiv, doch schwächer als in der Ruhe.[1]) Ich versuchte aber auf doppelte Art, ob es nicht glücke, ihn negativ wirken zu sehen, wenn man es so einrichtete, dass der Kreis nur während der Einzelschwankungen geschlossen wäre.

Um dies zu erreichen, lag am nächsten, den Muskel selber erst durch seine Zuckung den Kreis für seinen Strom schliessen zu lassen, indem die Zuckung einen Hebel soweit dreht, dass dessen Spitze in Quecksilber eintaucht.[2]) Eine nach diesem Plan ausgeführte Vorrichtung lieferte zwar stets positive Ausschläge, doch stammte deren grösster Theil sichtlich von dem nicht hinlänglich ausgeschlossenen Strome des ruhenden Muskels her. Um die Ausschliessung vollständiger zu machen, ersann ich eine andere Vorrichtung, welche wesentlich aus zweien, an derselben Axe befindlichen, in Einem Stücke drehbaren Unterbrechungsrädern bestand. Das eine Rad schloss und öffnete viermal bei jeder Umdrehung sehr kurze Zeit einen inducirenden Kreis, und sandte jedesmal einen reizenden Stromstoss durch den zum Muskel gehörigen Nerven. Das andere Rad schloss und öffnete ebenso oft sehr kurze Zeit den Muskelstromkreis. Die Räder konnten gegen einander verstellt werden,

1) Untersuchungen u.s.w. Bd. II. Abth. I. S. 60; — I. S. 536. 537.
2) Untersuchungen u.s.w. Bd. II. Abth. I. S. 121—126.

so dass die Schliessungen des Muskelstromkreises kürzere oder längere Zeit nach denen des inducirenden Kreises erfolgten. So war die Möglichkeit gegeben, den Muskelstromkreis häufig sehr kurze Zeit in bestimmtem kleinem, willkürlich veränderlichem Zeitabstande von der augenblicklichen Reizung zu schliessen, und günstigenfalls den Augenblick der Stromumkehr zu erfassen.

Auch an dieser Vorrichtung erschienen aber die Ausschläge stets positiv, nur schwächer, wenn der Muskel zuckte, als wenn das Inductorium ausser Spiel blieb. Dies Ergebniss litt an der Unsicherheit jedes negativen Erfolges. Obwohl, wie die Folge lehren wird, im Princip untadelig, liess meine damalige Vorrichtung in der Ausführung viel zu wünschen übrig, und ich wagte nicht, auf die damit angestellten Versuche hin schon bestimmt auszusprechen, dass der Muskelstrom in der Einzelschwankung nur an Stärke abnehme, nicht sich umkehre.

§. XIII. Vom Froschhammer, einer Vorrichtung, in welcher der Muskel nur immer bei der Zuckung seinem Strome den Weg zum Galvanometer bahnt.

Ich habe, seit jener Zeit, diesen Gegenstand nie ganz aus den Augen verloren, und halte nicht für unnütz, einige der Wandlungen festzuhalten, welche er durchgemacht hat.

Vor Allem ist hervorzuheben, dass die eben geschilderte Sachlage bald darauf durch Entdeckung zweier Thatsachen verändert wurde, durch die der Nachwirkung des Tetanus auf den Strom, und durch die der Parelektronomie.

Die Nachwirkung vereinfachte etwas die Lage, insofern sie lehrte, dass zwischen je zwei Einzelschwankungen die Stromstärke um so weniger hoch wieder ansteigt, je länger der Tetanus anhielt. Das war in dem sich verzweigenden Gewirr der Möglichkeiten wenigstens Ein Anhaltspunkt.[1])

Die Parelektronomie dagegen erhöhte die herrschende Verwickelung. Fortan durften Versuche über Stromumkehr bei

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 151 ff. — Taf. V. Fig. 145.

Zuckung nur noch mit künstlichem Querschnitt angestellt werden, da eine wahrgenommene Stromumkehr sonst darauf geschoben werden kann, dass die negative Kraft der parelektronomischen Schicht oder Strecke bei der Zuckung unverändert bleibt, oder in geringerem Maass abnimmt, als die positive Kraft des Gesammtmuskels.[1])

Meine Bestrebungen waren zuerst auf Vervollkommnung des Verfahrens gerichtet, den Muskel selber jedesmal bei der Zuckung die Leitung für seinen Strom herstellen zu lassen.

Ich erkannte die Unmöglichkeit, dies durch Schliessen des Kreises zu thun. Wie klein auch die zu schliessende Lücke im Kreise sei, einen gewissen Weg muss der Muskel beschrieben haben, wenn sie geschlossen wird, und der Anfang der Zuckung geht darüber verloren. Dagegen kann jenes Ziel dadurch erreicht werden, dass im Augenblicke der Zuckung der Muskel einen Kreis unterbricht und so eine Nebenleitung hinwegräumt, die bis dahin den Muskelstrom vom Multiplicator abhielt. Dies geschieht, indem man den Muskel an einem Hebel arbeiten lässt, welcher durch ein Gewicht, oder durch eine Feder, den Muskel spannt, selber jedoch genau in der Lage unterstützt ist, in welcher der Muskel dem Gewicht oder der Feder das Gleichgewicht hält. Der Muskel ist dann im Helmholtz'schen Sinne belastet. Die Unterstützung findet statt, indem ein am Hebel befindlicher Stift, der Stützstift, auf einer Platte, der Stützplatte, ruht. Ist durch Berührung von Stift und Platte eine Leitung geschlossen, so kann bei richtiger Einstellung der Muskel in der Idee nicht um die kleinste Grösse sich verkürzen, ohne dass die Leitung geöffnet wird. Diese Anordnung ist den Physiologen durch die von Hrn. Helmholtz nach Pouillet's Methode angestellten Messungen der Geschwindigkeit des Nervenprincips, so wie durch meinen „Froschunterbrecher", wohlbekannt.[2]) Wenn nun die durch Stützstift und Platte ge-

1) S. I. S. 535. 536. 548; — unten, Abth. III. §. XIX. XXII.

2) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen zu elektrophysiologischen Zwecken. Berlin 1863. 4. S. 149 ff.; Taf. III. Fig. 12.

schlossene Leitung eine Nebenschliessung bildet, die den Muskelstrom vom Galvanometer abhält, so begreift man, wie der Strom in das Galvanometer erst im Augenblick einbricht, wo der Muskel sich zu verkürzen anfängt.

Um diesen Gedanken praktisch zu machen, war noch mancherlei nöthig. Erstens musste nach einer gewissen kleinen und nach Belieben veränderlichen Zeit der Muskelstrom wieder vom Galvanometer abgeblendet werden. Zweitens musste, sobald die Zuckung abgelaufen war, der Vorgang von vorn anfangen, damit er möglichst oft in der Zeiteinheit wiederkehre. Endlich da wegen der Parelektronomie der Strom nicht von einem mit natürlichem Querschnitt versehenen Muskel abgeleitet werden durfte, und da ich damals keine Art kannte, einen mit künstlichem Querschnitt versehenen Muskel äussere Arbeit verrichten zu lassen, so mussten drittens das Geschäft des Arbeitens und das des Stromgebens zwei verschiedenen Muskeln übertragen werden.

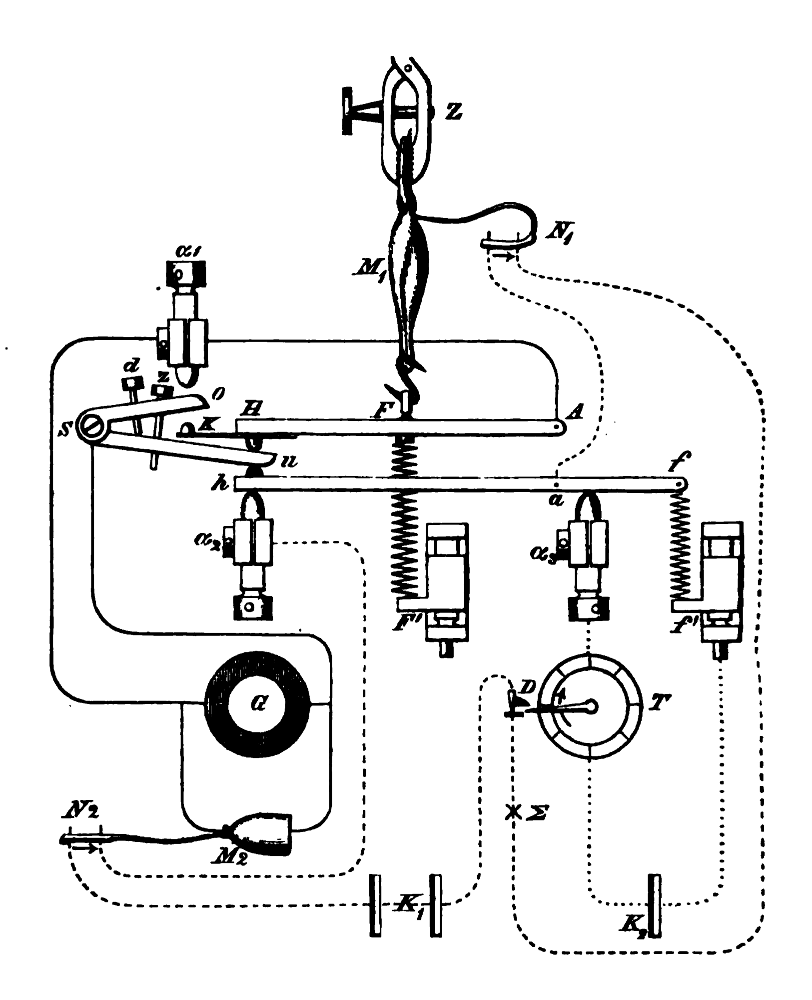
Die Vorrichtung, mittels welcher ich diesen Forderungen entsprach, verdankt ihre Entstehung dem Studium des Siemens-Halske'schen Zeigertelegraphen,[1]) zu welchem ich bei meinem Aufenthalt in Paris mit meinem Freunde Siemens im Frühling 1850 Gelegenheit hatte. Diesem Telegraphen sind die wesentlichen Organe der Vorrichtung entlehnt, welche die Hrn. Siemens und Halske die Güte hatten, nach meiner Angabe bauen zu lassen, und welche umstehend schematisch abgebildet ist. Da der Siemens-Halske'sche Zeigertelegraph auf demselben Principe beruht, wie der Wagner'sche Hammer, und da dies Princip, welches schon in Galvani's Froschschenkeltanz[2]) erkennbar ist, auch der jetzt zu beschreibenden Vorrichtung zu Grunde liegt, so nenne ich letztere den Froschhammer.

Zum Verständniss der Figur sei Folgendes vorweg bemerkt.

---

1) S. dessen Beschreibung in den Annales de Chimie et de Physique. 1850. 3me Série. T. XXIX. p. 385, und in Schellen, der elektromagnetische Telegraph u. s. w. 3. Aufl. Braunschweig 1861. S. 174 ff.

2) Beschreibung einiger Vorrichtungen und Versuchsweisen u. s. w. A. a. O. S. 158.



Mit Ausnahme der schwarz gehaltenen Stellen bei *F*, *h* und *D* leitet die Vorrichtung metallisch, ihre Theile sind aber auf der sie tragenden Platine von einander isolirt. Sämmtliche Contacte bestehen aus Platin. Die Vorrichtung liegt wagerecht, so dass die Schwere der Hebel nicht mitspielt. Beim Beschreiben der Vorrichtung empfiehlt es sich jedoch, daran Oben und Unten zu unterscheiden, wie es in der Figur sich zeigt.

M_1 ist der arbeitende, M_2 der stromgebende Muskel. M_1 arbeitet mittels eines isolirenden Zwischenstückes bei F an dem um A drehbaren einarmigen Haupthebel $AFHk$ der Hauptfeder FF' entgegen, welche nach unten zieht und den als Stützstift fungirenden Platinknopf H gegen den unteren Schenkel su des um s drehbaren Schiebers[1]) osu drückt. Indem su gegen den Carneolanschlag h trifft, den wir später noch genauer betrachten werden, dient su dem Stützstift H zur Stützplatte. Zwischen H und su ist in dieser Lage der Vorrichtung die Nebenleitung $suHFA\alpha_1$ geschlossen, welche den Strom des Muskels M_2 verhindert, auf das Galvanometer G zu wirken. Der Feder FF' ertheilt ein mikrometrisch stellbarer Federhalter die geeignete Spannung. Auch Muskel M_1 wird durch eine ebenso stellbare Zange Z gehoben und gesenkt. Percutirt man, während man Z senkt, den Haupthebel bei H bis zum Verschwinden des bei unvollkommener Berührung vernehmbaren Klirrens,[2]) so erreicht man, dass er gerade in der Stellung unterstützt ist, wo die Spannungen des Muskels und der Feder einander gleich sind. Bei kleinster Zunahme der Muskelspannung wird dann H von u abge-

---

1) Der Schieber ist bekanntlich ein wesentliches Organ des Siemens-Halske'schen Zeigertelegraphen, an welchem er dieselbe Rolle spielt, wie die Hülfsfeder am Halske'schen Unterbrecher (Poggendorff's Annalen u. s. w. 1856. Bd. XCVII. S. 641). Der Schieber des Froschhammers hat mit dem Schieber jenes Telegraphen jedoch nichts gemein, als den Mechanismus, durch welchen er in mittlerer Lage zwischen den beiden gleich zu erwähnenden Anschlägen sich in labilem Gleichgewicht befindet, so dass er stets entweder dem oberen oder dem unteren Anschlage sicher anliegt. Dieser Mechanismus ist in Schellen's Beschreibung des Siemens-Halske'schen Telegraphen übergangen, und es sind darüber Beschreibung und Abbildung der Siemens'schen selbstthätigen Wippe (Poggendorff's Annalen u. s. w. 1857. Bd. CII. S. 70, Taf. I. Fig. 1—3; — Wiedemann's Lehrbuch u. s. w., 2. Aufl. Bd. I. Braunschweig 1872. S. 654. §. 451) nachzusehen, in welcher der Telegraphenschieber gleichfalls Anwendung gefunden hat.

2) Helmholtz in Poggendorff's Annalen u. s. w. 1851. Bd. LXXXIII. S. 517; — Beschreibung einiger Vorrichtungen u. s. w. A. a. O. S. 154.

hoben und die Nebenleitung unterbrochen: um so sicherer, als H wegen $AH = 2AF$ den doppelten Weg von dem zurücklegt, welchen F beschreibt.[1])

Im Verlauf weiterer Hebung des Hebels durch den Muskel trifft ein an jenem befestigter nach oben gekehrter Knopf k den oberen Schenkel des Schiebers so, und schliesst also wieder die Nebenleitung, welche nun heisst: $sokHFA\alpha_1$. Die Zeit, während welcher sie offen war, hängt ab von dem Winkel, den die nach Art der Schenkel eines Zirkels mehr oder weniger sich öffnenden Schieberschenkel miteinander machen, und kann mittels der Zugschraube z und der Druckschraube d innerhalb der zu wünschenden Grenzen verändert werden.

Im weiteren Ansteigen nimmt der Haupthebel den Schieber mit, bis dessen oberer Schenkel sich dem Anschlag α_1 anlegt. Die Nebenleitung ist jetzt: $so\alpha_1$, mit einer Abzweigung $okHFA\alpha_1$.[2]) Lässt schliesslich der Muskel nach und gewinnt die Hauptfeder die Oberhand, so fällt k von so ab, und letztere Abzweigung öffnet sich. Vermöge der in Anm. 1 auf voriger Seite erwähnten Einrichtung des Schiebers aber bleibt so fest an α_1 gelehnt, und dadurch die Nebenleitung $so\alpha_1$ geschlossen. Trifft im weiteren Rückgange des Haupthebels der Stützstift H wieder auf su, wobei er den Schieber nach unten mitnimmt, so schliesst sich die ursprüngliche Nebenleitung wieder in demselben Augenblick, wo die Nebenleitung zwischen so und α_1 geöffnet wird, und sie bleibt geschlossen, bis eine neue Zuckung beginnt.

An Hrn. Helmholtz' ursprünglicher Vorrichtung zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Nervenprincips, an meinem „Froschunterbrecher“, der als andere Gestalt jener Vorrichtung erscheint, kam es darauf an, dass nur Eine Zuckung stattfinde. Man erinnert sich des sinnreichen Kunstgriffes, durch den Hr. Helmholtz dies erreichte. Hier ist uns das entgegengesetzte Ziel gesteckt, Zuckung auf Zuckung möglichst dicht und lange

1) Beschreibung einiger Vorrichtungen u. s. w. A. a. O. S. 153.

2) Um zu verhüten, dass der Muskel hier plötzlich auf unüberwindlichen Widerstand stosse, was bedenklich schien, wird der Knopf k von einer federnden Verlängerung des Haupthebels getragen.

folgen zu lassen Diese Aufgabe löst der Froschhammer folgendermaassen.

Der Carneolanschlag, gegen welchen der untere Schenkel des Schiebers trifft, ist selber noch kein fester Punkt, sondern am einen Ende des zweiarmigen Hülfshebels *haf* befestigt. Dieser hat seinen Drehpunkt bei *a*. An seinem anderen Arme zieht ihn die Hülfsfeder *f'*, die bei *f'* ihren mikrometrisch stellbaren Halter hat, nach unten; sie zieht folglich sein Ende *h* nach oben. Die Hauptfeder ist viel stärker als die Hülfsfeder. Im Zustand der Belastung ist die Spannung der Hauptfeder = der Summe der Spannungen des Muskels und der Hülfsfeder; die Hauptfeder drückt durch *su* mittelbar *h* gegen den leitenden Anschlag α_2, und schliesst dadurch den Strom der zweigliederigen Daniell'schen Säule K_1,[1]) der in absteigender Rich-

---

1) Die doppelte Polarisation an den beiden Platin-Elektrodenpaaren bei N_1 und N_2 (es war vor der Zeit der unpolarisirbaren Elektroden) machte eine so grosse Kraft nöthig.

Ich wendete übrigens mit gleichem Erfolge noch eine andere Combination an, wobei nur einfache Polarisation stattfand und geringere Kraft genügte. Sie bestand darin, *a* mit dem einen Ende der Kette in Verbindung zu setzen, und von α_2 sowohl wie von dem anderen Ende der Kette einen Draht zur oberen, beziehungsweise unteren Elektrode den beiden gleich und gleichzeitig zu erregenden Nerven sich gabeln zu lassen. Bei dieser Anordnung werden die Nerven auch gleich erregt, vorausgesetzt, was aber strenge nicht zutrifft, dass ihr Widerstand und ihre Berührungsflächen mit den Elektroden gleich seien, und dass an letzteren gleiche Polarisation stattfinde.

Natürlich bot sich auch der Gedanke dar, durch Berührung von *h* und α_2 den Hauptstrom eines Inductoriums zu schliessen und dessen Anfangsnebenstrom durch N_1, N_2 zu leiten. Dabei hätte aber der im Augenblicke der Oeffnung unvermeidliche Endnebenstrom die einfache Zuckung in Doppelzuckung verwandelt, und eine Verwickelung mehr erzeugt. Ebensowenig ging es an, durch jene Berührung eine Nebenschliessung zur Hauptrolle schliessen zu lassen. Denn es giebt keine Art, dem durch Schliessen einer Nebenleitung entstehenden Endnebenstrom physiologisch die Oberhand zu verschaffen über den durch Oeffnen derselben Leitung entstehenden Anfangsnebenstrom. Diese Ströme können in ihrer physiologischen Wirkung höchstens einander gleich werden. Naturgemäss entspricht jenem Endnebenstrom bessere Leitung für den Endextrastrom zwischen den Enden der Haupt-

tung die Nerven N_1, N_2 der Muskeln M_1, M_2 durchfliesst. Die Bahn dieses Stromes $K_1N_2\alpha_2haN_1\Sigma DK_1$ ist gestrichelt. Sobald Muskel M_1 soweit erschlafft ist, dass zwischen h und α_2 Schluss erfolgt, wird eine neue Zuckung ausgelöst, und der beschriebene Hergang erneuert sich in annähernd gleicher Art, bis der Hub des Muskels M_1 zu klein wird, um k mit *so* in Berührung zu bringen, wo dann die Nebenleitung nicht rechtzeitig wieder geschlossen wird.

Um dem abzuhelfen, und, wie man sehen wird, noch in anderer Absicht, war folgende Einrichtung getroffen. Der Hülfshebel schloss bei jedem Hube durch Begegnung mit dem Anschlag α_3 den in der Figur punktirten Kreis $\alpha_3ff'K_2T\alpha_3$ einer Kette K_2, in welcher sich ein Modell des Wheatstone'schen Zeigertelegraphen T befand. Die Kreise der Säule K_1 und der Kette K_2 waren bis auf die Verbindung durch das Stück des Hülfshebels $a\alpha_3$ von einander isolirt, und es ging also keine Elektricität aus dem einen in den anderen über.[1]) Jede Schliessung der Kette, also jede Zuckung der Muskeln, begleitet der Telegraph mit einem Sprunge seines Zeigers. Bei einer gewissen Stellung des letzteren, z. B. beim Sprunge von K auf L, traf der Zeiger auf einen isolirenden Daumen am schwach federnden Draht D, der bis dahin durch Berührung mit einer Kupferplatte, auf der ein Quecksilbertropfen schwamm, den Kreis der rei-

---

rolle. Bei gleicher Anfangsordinate mit dem Anfangsextrastrom hat also der Endextrastrom grösseren Integralwerth, folglich längere Dauer. Der End- und der Anfangsnebenstrom haben, bei gleichem Integralwerth unter sich, gleiche Dauer mit den entsprechenden Extraströmen. Der durch Schliessen der Nebenleitung entstehende Endnebenstrom wird daher stets länger dauern, mithin seine Curve minder steil, seine physiologische Wirkung kleiner sein. Indem man den Unterschied der Leitungen zwischen den Enden der Hauptrolle zum Verschwinden bringt, kann man also höchstens die beiden Nebenströme in ihrem Verlauf einander gleich, nie die Curve des Endnebenstromes zur steileren, und dadurch ihn zum physiologisch wirksameren machen. Diese praktisch wichtige Betrachtung fehlt in meiner Untersuchung über den zeitlichen Verlauf der Inductionsströme in den Monatsberichten der Akademie, 1862. S. 372 ff.

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 40.

zenden Säule K_1 geschlossen hielt. So öffnete der Zeiger diesen Kreis, und zwar dauernd, indem der abwärts zurückfedernde Draht bei der Platte vorbeifuhr. Wurde im Beginn der Zeiger auf *A* gestellt, so konnten nur den Buchstaben *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*, *H*, *I*, *K*, *L* entsprechend zehn Zuckungen stattfinden. Diese dauerten etwa 2" (s. unten), während das Nadelpaar des bei diesen Versuchen noch angewandten Multiplicators für den Nervenstrom 25 Secunden zu einer Schwingung brauchte. Nicht nur war so dem Uebelstande vorgebeugt, dass bei fortgesetztem Gange des Hammers die Zuckungen den Haupthebel nicht mehr weit genug hoben, um die Nebenleitung wieder zu schliessen, sondern es konnten auch die durch je zehn Zuckungen erzeugten Ausschläge für ein ungefähres Maass der Wirkung gelten, die eine Einzelschwankung hervorbrachte.

Der Kreis der Säule K_1 stand ursprünglich offen. Sobald er durch einen Schlüssel etwa bei Σ geschlossen wurde, setzte sich bei richtig eingebrachtem arbeitenden Muskel der Froschhammer in Gang, und bot dann das Schauspiel eines höchst vollkommenen Galvani'schen Froschschenkeltanzes (s. oben S. 615) dar. Bei guter Leistungsfähigkeit des Muskels ging der Hammer anfangs so schnell und gleichmässig, dass man einen Siemens-Halske'schen Zeigertelegraphen zu hören meinte.

Hier war es möglich, für die noch nicht geprüfte Arbeitsleistung eines Froschgastroknemius [1]) einen ungefähren unteren Grenzwerth zu erlangen, und ich nahm gelegentlich solche Bestimmung vor.

Ein nicht besonders kräftiger Muskel eines mittelgrossen Frosches machte 25 Hube in 4·5", also beiläufig 10 Hube in 1·75" (s. oben). Der Hub betrug mindestens 8 Mm. Dabei war die Spannung der Hauptfeder zu Anfang des Hubes = 50 Gr., zu Ende = 148 Gr. Wegen der Kleinheit des Hubes im Vergleich zur Länge der Feder kann man annehmen, dass

1) Man vergleiche Matteucci's sinnlose Versuche in meinen Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 275, wo sich die Literatur findet, zu der noch hinzuzufügen ist: Philosophical Transactions etc. 1847. S. 243.

A. Versuche mit längerer Schliessungszeit.
10 Zuckungen.

Z. bedeutet Zuckung, **R.** Ruhe.

Gastroknemienpaar.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I	Z	8		11·5		16·5		23		38		57		
	R.		16		20		25		64		54		78	
II	Z.	10	10	11			13·8		17·8		25		54	
	R.				13	14		18		24·5		42		70
III	Z.		25		29·9		34·2		41·5		52		69·6	
	R.	33		33		37		45		54		70		90

B. Versuche mit kürzester Schliessungszeit.
15 Zuckungen.

Gastroknemienpaar.		1	2	3	4	5	6
I	Zuckung		0·5		+ Spur		0·5
	Ruhe	1		1		1	
II	Zuckung		0 3		?		
	Ruhe	1		1		1	

Beide Versuchsreihen unterscheiden sich von einander dadurch, dass in ersterer die Schieberschenkel einen kleinen Winkel bildeten, daher, bis *k o* traf, der Muskel sich beträchtlich verkürzte, während in letzterer jener Winkel so gross war, dass *k o* traf, unmittelbar nachdem *H* von *u* sich gelöst hatte.

Die Versuche schienen also zu beweisen, dass die Einzelschwankung in einer während des Stadiums der steigenden Energie auftretenden Abnahme der Muskelstromkraft bestehe, welche verhältnissmässig um so grösser sei, je kürzere Zeit *t* vom Anfange der Zuckung an man den Strom auf die Nadel einwirken lasse. Denn in Reihe B, wo *t* möglichst klein gemacht wurde, betrug die elektromotorische Wirkung des zusammengezogenen Muskels weniger als die Hälfte von der des

ruhenden Muskels, dagegen in Reihe A, wo *t* grösser war, kommt nur einmal (Muskelpaar I, Versuch 1. und 2.) ein Verhältniss der Wirkung des zuckenden zu der des ruhenden Muskels wie 1 : 2 vor.[1])

§. XV. Versuche am Froschhammer vermögen die Frage nach Umkehr des Muskelstromes bei der Zuckung nicht zu entscheiden.

So weit war ich, nach jahrelangen Bemühungen, in dieser Untersuchung gekommen, als Hr. Helmholtz mir brieflich den kurz darauf (1854) in den Berichten der Akademie veröffentlichten[2]) Versuch am Myographion mittheilte, wonach der, secundäre Zuckung erregende Theil der Schwankung der Zuckung voraufgeht und in das Stadium der latenten Reizung[3]) fällt.

Der Nerv eines querdurchschnittenen Gastroknemius *A*, dessen natürlichem Längs- und künstlichem Querschnitt der Nerv eines unversehrten Gastroknemius *B* angelegt war, wurde elektrisch gereizt, wobei *B* mitzuckte, und am Myographion eine secundäre Zuckungscurve verzeichnete (s. die gestrichelte Curve im Abschnitt *He I.* Fig. 2.)[4]) Nun wurde der Nerv von *B* zwischen *A* und *B* unmittelbar gereizt, und so eine Zuckungscurve gewonnen, welche die primäre heissen kann, weil sie, abgesehen von der verschiedenen Länge der in beiden Fällen von der Reizung zu durchlaufenden Nervenstrecken, zusammenfällt mit der Curve, die der primär zuckende Muskel zeichnen würde (s. die ausgezogene Curve in der Figur). Vermöge der bekannten Einrichtung des Myographions geschah beidemal die Reizung bei derselben Stellung des Cylinders,

---

1) Natürlich war wegen der Intensitätencurve des Multiplicators das entsprechende Verhältniss im Allgemeinen nicht so nahe = 1, wie die Tabelle es zeigt.

2) S. dort, S. 328; — vergl. I. S. 575.

3) Um den schleppenden Ausdruck „Stadium der latenten Reizung“ zu vermeiden, rede ich in der Folge, wo dieser Begriff oft wiederkehrt, kurz vom „Latenzstadium“.

4) Diese Zuckungscurven sind nach den meines Wissens nie veröffentlichten Helmholtz'schen Myogrammen copirt.

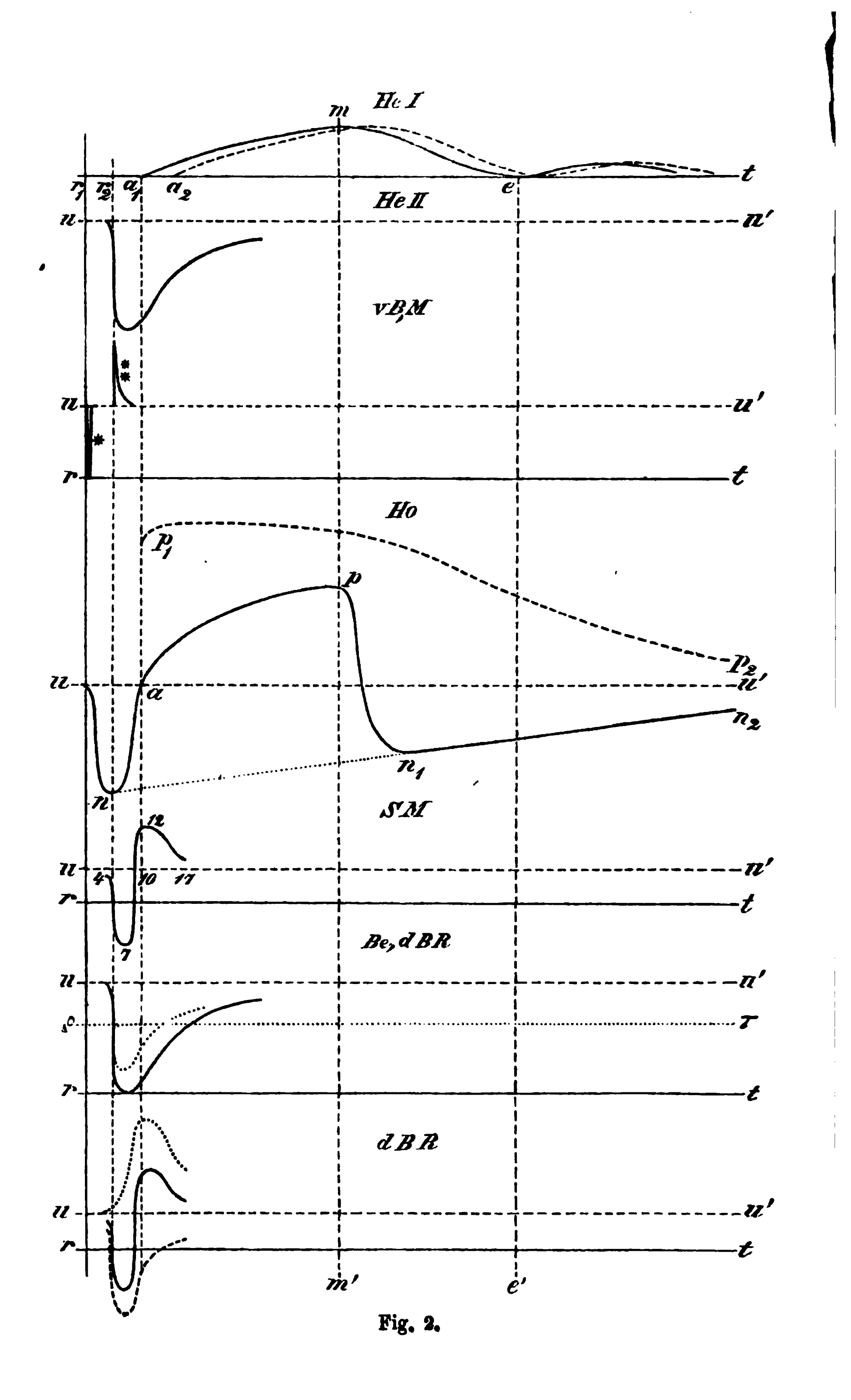

He I
m
t
r_1 r_2 a_1 a_2
e
He II
n
n'
vBM
u
u'
r
t
Ho
p_1
p
p_2
u
a
u'
n_2
n_1
n
SM
12
n
4
10
17
n'
r
t
7
Be, dBR
n
n'
s
r
r
t
dBR
u
u'
r
t
m'
e'

Fig. 2.

nämlich im Punkt r_1 der Abscissenaxe. Die secundäre Zuckungscurve zeigt sich, bei gleicher Höhe und Form, gegen die primäre so verschoben, dass daraus späteres Eintreten der secundären Zuckung folgt. Die Verschiebung misst die Zeit, um welche die secundäre Zuckung später eintrat als die primäre. So kann man den unbekannten Augenblick der secundären Reizung r_2 bestimmen. Unter der Voraussetzung, dass bei der primären und bei der secundären Zuckung die Reizung gleich lange latent bleibt, findet man r_2, wenn man das dem Latenzstadium der primären Reizung entsprechende Stück der Abscissenaxe $r_1 a_1$ von a_2, dem Anfange der secundären Curve, ab negativ aufträgt. Es ergiebt sich, dass r_2 etwa in die Mitte des Latenzstadiums $r_1 a_1$ trifft, oder, da dies Stadium etwa 0·01″ dauert, dass der zuckungerregende Theil der Schwankung dem Anfange der Verkürzung a_1 um etwa 0·005″ voraufgeht.

Bleibt die secundäre Zuckung unter dem Maximum, so nähert sich r_2 a_1, nie jedoch um eine beträchtliche Grösse. Hr. Helmholtz erklärte dies so, dass dann ein grösserer Theil der Schwankung ablaufen müsse, damit Reizung eintrete. Daraus, dass r_2 nie in das Stadium der steigenden Energie hinüberrückt, schloss er, „dass die Schwankung bis zum Eintritt der Zuckung „anhält; ob sie noch länger dauert oder nicht, lässt sich auf „diesem Wege nicht ausmachen; doch scheinen diejenigen Theile „derselben, deren Schwankungsgeschwindigkeit gross genug ist, „um den Nerven des secundär zuckenden Muskels zu reizen, „der Zuckung voraufzugehen, und die Theile, welche etwa noch „während der Zuckung vorhanden sind, so langsam zu schwanken, dass sie nicht mehr reizen.“ [1])

Die Curve im Abschnitt *He II.* der Fig. 2 erläutert Hrn. Helmholtz' Vorstellung von der Schwankungscurve.. Wie überall in Fig. 2. ist der Zeitwerth der Abscissen derselbe wie im Abschnitt *He I.*, und die der Abscissenaxe parallele gestrichelte Gerade uu' bedeutet die ursprüngliche Stromkraft des Muskels. Die Abscissenaxe selber, (wo sie vorhanden ist, mit rt bezeichnet), fehlt hier, da über die

1) Briefliche Mittheilung.

Tiefe der Schwankung der Helmholtz'sche Versuch nichts lehrt.[1])

Durch diese unerwartete Einsicht wurde das mit dem Froschhammer erhaltene Ergebniss entwerthet. Wäre dies Ergebniss Umkehr des Stromes gewesen, so hätte es an Bedeutung nicht verloren. So konnte, während die Reizung latent war, der Strom negativ, während der Zuckung wieder positiv geworden sein. Versuche am Froschhammer können diese Möglichkeit nicht ausschliessen.

Die Fortschritte, welche ich seitdem in der elektrophysiologischen Technik überhaupt machte, würden auch die Versuche mit dem Froschhammer sehr zu vervollkommnen erlauben. Die Bussole mit aperiodischem Magnete, die Compensation mittels eines von einer beständigen Kette abgeleiteten Stromzweiges, die gleichartigen und unpolarisirbaren Elektroden, wären schon eine grosse Verbesserung. Eine noch wichtigere gäbe die Anwendung eines Gracilis mit thermischem Querschnitt als arbeitenden und stromgebenden Muskels zugleich ab. (Vergl. I. S. 526) Nicht bloss würde dadurch die Unsicherheit gehoben, welche in Bezug auf Gleichzeitigkeit der Vorgänge an zwei Muskeln immer und namentlich dann herrscht, wenn beide unter so verschiedenen Bedingungen sich befinden, wie hier (s. oben S. 622). Sondern nach den Ergebnissen der ersten Abtheilung kann es für grundlegende Ermittelungen, wie wir sie hier beabsichtigen, kaum einen minder tauglichen Muskel geben, als den Gastroknemius, an welchem ausser Täuschungen durch Parelektronomie noch solche durch den Conflict der von beiden Sehnenspiegeln ausgehenden Neigungsströme drohen (s. I. S. 540).

Ich verzichtete indess auf Wiederholung meiner Versuche am Froschhammer in vervollkommneter Gestalt, da deren aus Hrn. Helmholtz' Entdeckung folgender grundsätzlicher Fehler doch derselbe blieb; und ich hatte vollends keinen Anlass mehr, diese Versuche wieder aufzunehmen, seit Hr. Bernstein uns im Differential-Rheotom das Mittel gab, die vorliegende Frage

1) Vergl. übrigens unten §. XVIII.

frei von allen Verwickelungen leicht und sicher zu entscheiden. Bevor wir hiervon nähere Kenntniss nehmen, verweilen wir noch passend etwas bei einigen anderen unseren Gegenstand mehr oder minder nahe berührenden Verhandlungen.

§. XVI. Sonstige Verhandlungen und Versuchspläne.

1. A. v. Bezold's Methode der künstlichen secundären Zuckungen.

A. v. Bezold hatte gefunden, dass bei Reizung eines Nerven durch Schliessen oder Oeffnen eines sehr schwachen beständigen Stromes die Zuckung später eintrat, als bei Reizung durch einen Oeffnungsinductionsschlag. Er glaubte bewiesen zu haben, dass diese Verzögerung auf einem in der erregten Nervenstrecke selber stattfindenden Zeitverlust beruhe, und hierauf gestützt, hatte er ein neues Gesetz der elektrischen Nervenerregung aufgestellt, wonach bei Schliessung und Oeffnung schwacher beständiger Ströme die Reizung erst nach Ablauf der Stromschwankung entstehen sollte.[1]

Gleichheit der Latenzstadien bei der primären und bei der secundären Zuckung, auf welche Hr. Helmholtz als selbstverständlich gefusst hatte, erschien nun nicht mehr sicher. Nach v. Bezold träte zum Latenzstadium der Reizung im Muskel bei der secundären Zuckung wahrscheinlich noch ein Zeitverlust, gleichsam ein zweites Latenzstadium, im Nerven. Indem v. Bezold einen auf- oder absteigenden Strom von der Stärke des Muskelstromes im Nerven des stromprüfenden Schenkels unterbrach und sogleich wiederherstellte, erzeugte er, wie er es nannte, „künstliche secundäre Zuckungen“. Unter gewissen Bedingungen stimmten diese mit den natürlichen hinsichtlich ihrer Stärke und ihres Verlaufes, wie v. Bezold berichtet, auffallend überein. v. Bezold hielt sich danach für berechtigt, der secundären Reizung, im Gegensatze gegen die von einem Oeffnungsinductionsschlag ausgehende primäre Reizung, denselben Verlauf zuzuschreiben, als handele es sich um schnelle

2) Untersuchungen über die elektrische Erregung der Nerven und Muskeln. Leipzig 1861. S. 266 ff.

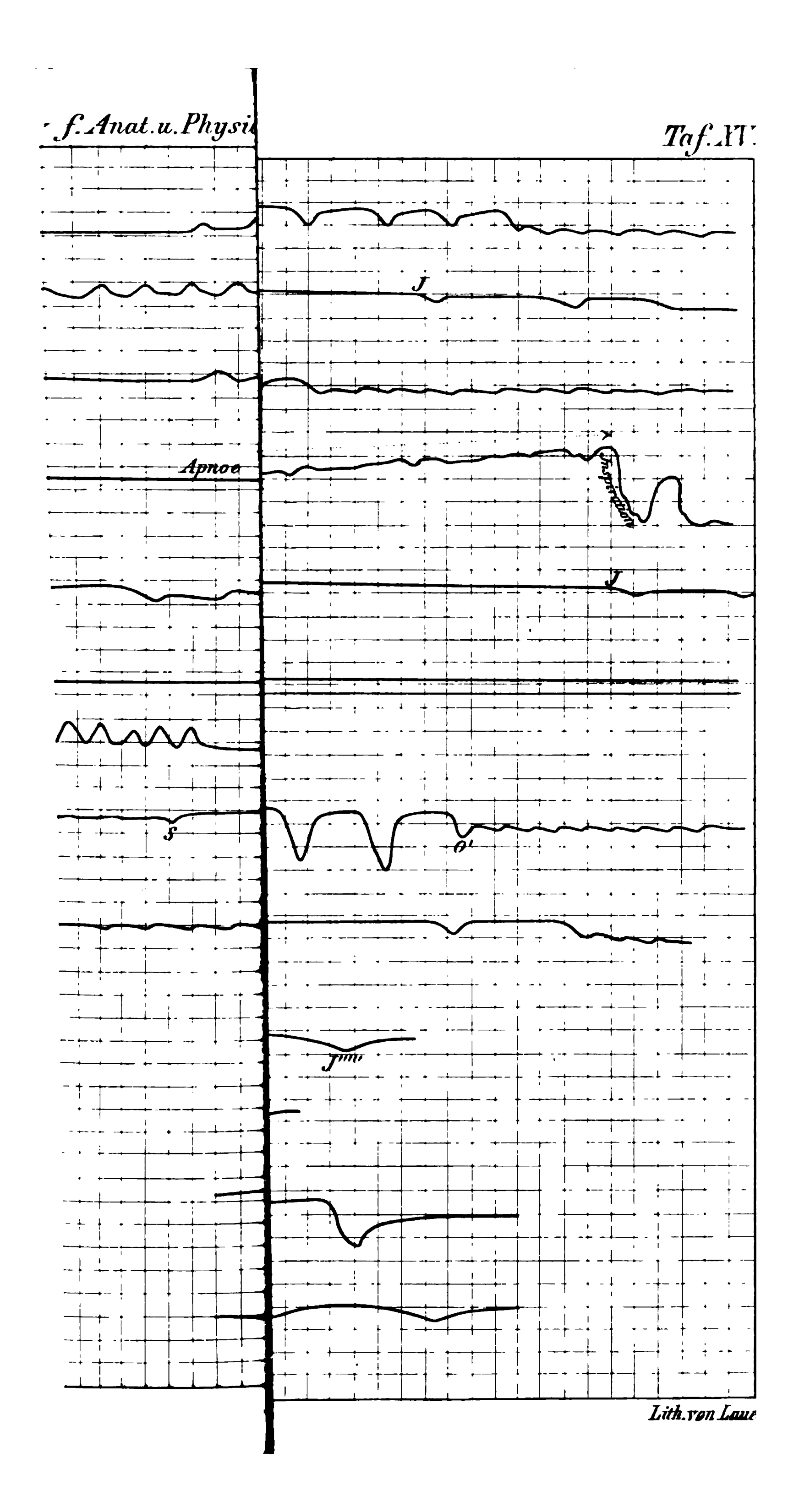
sichtlich das Herz die Mitte zwischen sogenannter animaler und organischer Bewegung, obschon es durch seine chemische Beschaffenheit so bestimmt den animalen Muskeln sich anreiht, wie die fast schon quergestreift zu nennende rothe Fleischfaser im Muskelmagen der Vögel den organischen Muskeln.[1]) Daher wenigstens am kaltblütigen Herzen der unbewaffnete Zeitsinn zwischen dem zuckungerregenden Theile der negativen Schwankung und der Systole den Zwischenraum aufzufassen vermag, dessen Wahrnehmung an Skeletmuskeln nicht ohne Chronoskop gelingt. Aber auch am Kaninchen geht nach Hrn. Donders' graphischen Versuchen die secundäre Zuckung der Kammersystole, durch deren negative Schwankung sie erzeugt wird, um $^1/_{70}$" voraus.[2])

Die negative Schwankung des Herzstromes hat Hr. Meissner in seiner in der ersten Abtheilung dieser Abhandlung widerlegten Theorie in einer Art verwendet, welche hier erwähnt werden muss, um zu verhindern, dass ein Missverständniss sich festsetze. Hr. Meissner[3]) änderte Hrn. Kölliker's und H. Müller's Beobachtungsweise dahin ab, dass er das Froschherz, unter Schonung der Atrioventricularganglien, der Vorhöfe beraubte. Der Ventrikel schlage dann in der Regel nicht mehr

1) Vergl. E. du Bois-Reymond, Ueber die angeblich saure Reaction des Muskelfleisches. Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1859. S. 312; — De Fibrae muscularis Reactione ut Chemicis visa est acida. Berolini 1859. 4°. p. 29.

2) Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Derde Reeks. I. Utrecht 1872. bl. 261. — Hr. Kölliker und H. Müller sahen in einigen Fällen vom Herzen aus noch eine zweite secundäre Zuckung, der Diastole entsprechend, erfolgen, von der sie glauben, dass sie von Rückkehr des Stromes zu der ihm in der Ruhe zukommenden Stärke herrühre. Es steht zu erwarten, dass wir über diese diastolische Zuckung durch Hrn. Engelmann bei seinen gleich zu erwähnenden Untersuchungen Aufklärung erhalten werden. Auffallend ist, dass v. Bezold den Widerspruch nicht bemerkt zu haben scheint, in dem seine Vorstellung vom zeitlichen Verlauf der Schwankung (S. oben S. 630) mit der diastolischen Zuckung stehen würde.

3) Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. S. Bd. XV. S. 50—54. — Vergl. I. S. 567—618.



Lith. von Laue[...]



W. Grohmann sc.



W. Grohmann sc.

Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

1875. No. 6. July 9

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1875.
Bogen 41—48. Tafel XVIII u. XIX.

HEFT VI.



LEIPZIG.
VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Mai 1876.

Inhalt des sechsten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

von selber, wohl aber lasse sich durch leiseste mechanische Reizung der Gegend, wo die Atrioventricularganglien liegen, jeden Augenblick eine Systole auslösen. In der Ruhe wirkt ein solches Präparat elektromotorisch in dem Sinne, wie nach meiner ursprünglichen Beobachtung[1]) das ganze unversehrte Herz, d. h. die Spitze des Ventrikels verhält sich negativ gegen seine Seitenflächen oder seine Basis.

Hr. Meissner fand nun, dass, wenn er den Kreis in dem Augenblick schloss, wo ein Gehülfe die Ganglien reizte, statt eines positiven Ausschlages ein negativer erfolgte. Gleichzeitig trat secundäre Zuckung eines stromprüfenden Schenkels ein, dessen Nerv dem Herzen anlag; sichtlich später erst begann die Systole.

In diesen Wahrnehmungen lag meines Erachtens Nichts, was nicht nach Hrn. Kölliker's und H. Müller's Mittheilungen von selber sich verstanden hätte, und nicht leicht aus meiner Lehre erklärlich gewesen wäre. Allein Hr. Meissner ging darauf aus, die Thatsachen am Froschherzen in einer Art auszulegen, die mit seiner Deutung der Thatsachen am Froschgastroknemius stimmte. Wie man sich erinnert, nahm er hier im Augenblick der Reizung, welche die secundäre Zuckung erzeugt, eine vom gewöhnlichen Muskelstrom unabhängige elektrische Entladung im positiven Sinn an. Die negative Schwankung sollte stetiger Natur sein, unmittelbar nichts mit der Zusammenziehung zu thun haben und nur Folge der Selbst-Zusammendrückung des Muskels bei vollkommenem Tetanus sein.

In Fig. 2, vB,M (⁑), sieht man jetzt diese Auffassung bildlich dargestellt. Es ist nichts da, als ein zum stetig fortfliessenden Muskelstrome sich hinzufügender positiver Stromstoss im Augenblick r_2; denn obschon er sich nicht darüber äusserte, hatte Hr. Meissner wohl keinen Grund, seine positive Schwankung an eine andere Stelle zu verlegen, als wo nach Hrn. Helmholtz der zuckungerregende Theil der negativen Schwankung liegt.

Hr. Meissner behauptete nun, dass am Froschherzen der

1) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 199.

Verlauf der Dinge zwar im Wesentlichen derselbe, in gewisser Beziehung aber der entgegengesetzte sei. Den negativen Ausschlag, den man vom Herzen zugleich mit der secundären Zuckung etwas früher als die Systole erhält, erklärte er für eine selbständige Erscheinung, entsprechend der angeblichen positiven Entladung am Gastroknemius. Der positive Ausschlag am ruhenden Herzen rühre vom gewöhnlichen Muskelstrom her, und verändere sich während der Systole nicht, sondern werde nur durch die negative Schwankung zeitweise übercompensirt; denn nur tetanische Verkürzung erzeuge durch Selbstzusammendrückung Stromabnahme. Die der Zusammenziehung voraufgehende elektrische Entladung sei aber am Gastroknemius zufällig dem Muskelstrome gleich gerichtet, am Herzen ihm entgegengesetzt.

Nach allem Vorhergegangenen brauche ich das Unhaltbare dieser Aufstellungen nicht mehr im Einzelnen nachzuweisen. Dass Hrn. Meissner's Deutung der von ihm entdeckten positiven Schwankung am Gastroknemius irrig war, wurde in der ersten Abtheilung (S. 564 ff.) gezeigt. Damit fällt auch seine Auffassung der negativen Schwankung am Herzen als einer selbständigen, zufällig dem Muskelstrom entgegengesetzt gerichteten Entladung. Man könnte nun aber geneigt sein, diese negative Schwankung, wobei das Herz auch umgekehrt elektromotorisch wirkt, wie in der Diastole, als einen Beweis dafür anzusehen, dass bei der Zuckung der Muskelstrom sich umkehre. Dies wäre ganz unrichtig. Die Thatsachen am Herzen, wie Hr. Meissner sie beschrieb, bieten nichts, was nicht an jedem schwach parelektronomischen regelmässigen Muskel vorkäme, und dass das Herz parelektronomisch sei, durfte bis zu den sogleich zu erwähnenden Versuchen von Hrn. Engelmann aus Hrn. Kölliker's und H. Müller's Angabe gefolgert werden, wonach ein mit Kammerfläche und Spitze aufgelegtes Herz schwächer wirkt, als wenn man statt der Spitze deren Querschnitt auflegt.[1])

Im Anschluss an Hrn. Donders' schon erwähnte Versuche

1) A. a. O. S. 97 (5); — Monatsberichte u. s. w. S. 146 (5).

(S. I. S. 628; — oben S. 632) unternahm neuerlich Hr. Engelmann, anfangs zusammen mit Hrn. Nuel und Hrn. Pekelharing, Untersuchungen über diesen Gegenstand, welche noch nicht abgeschlossen sind, aber schon manche Punkte in anderem Licht erscheinen lassen.[1]) Nach Hrn. Engelmann's letzter Bekanntmachung lässt die Oberfläche des unversehrten ruhenden Herzens keine elektromotorischen Unterschiede erkennen. Nur zuweilen ist die Spitze schwach positiv gegen die Kammerbasis. Die bekannten elektromotorischen Erscheinungen des ruhenden Herzens sind darauf zurückzuführen, dass die negativ sich verhaltende Stelle irgend welcher Schädlichkeit unterlag. Der zuerst von mir beobachtete Strom von der Spitze des scheinbar unversehrten Herzens durch das Herz zur Basis wird keinen anderen Ursprung gehabt haben. Anatomische Untersuchungen zeigten Hrn. Engelmann nirgend im Herzen eine sichere Spur von Faserenden. Ueberall, auch an der Kammerbasis, verlaufen nach ihm die Fasern der Oberfläche parallel, und die Ebenen der Querstreifen sind winkelrecht zu dieser Fläche. Daraus erklärt sich nicht bloss die elektromotorische Unwirksamkeit des unversehrten Herzens, sondern auch die Schwierigkeit ist gehoben, die ich stets darin fand, dass die Herzspitze als Querschnitt sich verhielt, obschon dort nur sich umbiegende Fasern beschrieben wurden.

Seine Untersuchungen über die negative Schwankung bei der Systole hat Hr. Engelmann noch nicht ausführlich bekannt gemacht. Seine vorläufige Mittheilung enthält aber schon zwei nicht unwichtige Thatsachen. Erstens tritt auch zwischen Punkten der Herzoberfläche, welche in der Ruhe sich gleich-

---

1) Over de electro-motorische verschijnselen der spierzelfstandigheid van het hart, in: Proces-verbaal van de gewone Vergadering der Afdeeling Naturkunde van de kon. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. 28. Junij 1873. 1873—74. No. 2. Bl. 2; — Nuel, Note sur les phénomènes électriques du coeur. Bulletin de l'Académie royale de Belgique. 2me Série. t. XXXVI. 1873. p. 335 et suiv.; (S. auch Hrn. Schwann's Bericht, ibid. p. 302); — Engelmann, Onderzoekingen, gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool. Derde Reeks. III. 1874. Bl. 101.

artig verhalten, bei der Systole elektrische Wirkung auf. Zweitens kehrt sich der Strom zwischen natürlichem Längsschnitt an der Basis und künstlichem Querschnitt an der Spitze bei der Systole um. Ich glaube nicht, dass dies Stromumkehr im Sinn ist, wie wir hier davon reden, sondern stelle mir vor, dass zur Abnahme des Stromes zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt eine in Bezug auf diesen Strom negative elektrische Wirkung der ersterwähnten Art sich gesellt. Freilich bleibt zu erklären, wie solche Wirkungen zwischen isoëlektrischen Punkten der Herzoberfläche bei der Systole zu Stande kommen. Hr. Engelmann deutet an, dass es sich dabei um eine peristaltisch vorschreitende Zuckungswelle handele. Es wäre nutzlos, vor ausführlicher Darlegung des Thatbestandes, welche hoffentlich bald bevorsteht, näher hierauf einzugehen.

Hr. Marey hat kürzlich einige Versuche veröffentlicht, welche zu zeigen bestimmt sind, dass die Systole, trotz ihrer längeren Dauer, einer einzigen Zuckung entspricht. Mit Recht sieht er einen Beweis dafür darin, dass die Systole nur eine einzige secundäre Zuckung erzeugt. Wenn der Verlauf der Zuckung eines Muskels durch Kälte oder Veratrin verzögert wird, oder wie bei der Schildkröte von Natur ein langsamer ist, behält die secundäre Zuckung ihren gewöhnlichen Verlauf, ganz wie es beim Herzen der Fall ist, dagegen sobald mehrere primäre Zuckungen zu einer längeren verschmelzen, sich dies durch secundären Tetanus verräth. Während Einzelzuckungen normaler Froschmuskeln nicht auf die Multiplicatornadel wirken, thue dies bekanntlich die Systole des Herzens; allein auch verlangsamte Einzelzuckungen und die von Schildkrötenmuskeln wirken auf die Nadel.[1])

Es scheint, dass Hrn. Marey die in Deutschland über die Einzelschwankung angestellten Untersuchungen fremd blieben. Seine Angabe, dass verlangsamte oder von Natur langsame

1) École pratique des hautes Études. Physiologie expérimentale. Travaux du Laboratoire de M. Marey etc. Année 1875. Paris 1876. p. 47—50.

Einzelzuckungen auf ein Galvanometer wirken, welches die Einzelschwankung normaler Muskeln nicht anzeigt, verdient aber an der Hand unserer Einsichten geprüft zu werden.

3. Versuch der Entscheidung unserer Frage durch stetigen Tetanus.

Die Schwierigkeit, vor der wir stehen, beruht einerseits auf der geringen Beweglichkeit des Magnetspiegels, andererseits auf der Unterbrochenheit des Tetanus. Vermöchte der Spiegel der Stromschwankung zu folgen, so genügte eine Einzelschwankung, um unsere Frage zu beantworten; und gelänge es, anhaltend stetigen Tetanus zu erzeugen, so genügte jeder Grad von Beweglichkeit des Spiegels, um uns über die Tiefe der Schwankung zu unterrichten.

Schon in den „Untersuchungen" vermuthete ich, dass jeder Tetanus unstetig sei.[1]) Alle seitdem hinzugekommenen Thatsachen haben diese Vermuthung nur bestätigt. Die Unstetigkeit des Tetanus, wo sie nicht in seiner Entstehungsart begründet ist, giebt sich schon dem Auge, oder im Myogramm, wo aber auch dies keine Unstetigkeit mehr verräth, durch den Muskelton und durch secundären Tetanus zu erkennen. Ich stelle in einer Anmerkung das Wissenswürdigste hierüber zusammen.[2])

1) Bd. II. Abth. I. S. 90. 121.

2) Hrn. Heidenhain's mechanischer Tetanus erscheint nach Hrn. Marey (Du Mouvement dans les Fonctions de la Vie. Paris 1868. p. 393) stetig, giebt aber, wie ich fand, secundären Tetanus (S. unten §. XXVII). Hrn. Pflüger's Tetanus durch den constanten Strom (Virchow's Archiv u. s. w. 1858. Bd. XIII. S. 437) ist nach Hrn. Marey's Myogramm (L. c. p. 390; — cfr. p. 311. Note 1.) weniger stetig als Tetanus durch einen unterbrochenen Strom. — Beiläufig gesagt, schreibt Hr. Marey mir die Meinung zu, der Tetanus durch constanten Strom beruhe auf chemischer Reizung durch die an den Elektroden ausgeschiedenen Ionen. Dies ist ein Missverständniss, wie schon daraus folgt, dass Hr. Pflüger sich bekanntlich zum Zuleiten des Stromes seiner Eiweissröhren bediente. Als ich in den „Untersuchungen" u. s. w. Bd. I. S. 258 sagte, die Zuckungen, welche man zuweilen bei geschlossener Kette beobachte, rührten von zerstörender Elektrolyse des Nerven her, dachte ich an unmittelbare zuckungerregende

Es giebt nun aber doch eine Art des Tetanus, welche fast so aussieht, als wäre sie stetig. Dies ist die aus unbekannter Ursach eintretende Verkürzung des M. sartorius, welche bei meinem statistischen Verfahren zur Messung der Muskelstromkraft oft so lästig fällt.[1]) Die Sartorien sterben in diesem Zustand ab. Sie zeigen darin sogleich eine um 70 pCt. verminderte elektromotorische Kraft. Dies ist eine über dreimal grössere Kraftabnahme, als sie bei künstlichem Querschnitt als Nachwirkung je vorkommt (s. unten Abth. III. §. XX.). Man könnte daher meinen, dass man es mit dem fixirten elektrischen Zustande des Muskels bei der Zusammenziehung zu thun habe, und daraus schliessen wollen, dass der Strom bei der Zuckung sich nicht umkehre. Ich brauche kaum auszuführen, wie unsicher dieser Schluss schon allein deswegen erscheint, weil doch wohl auch solcher Zusammenziehung ein Latenzstadium voraufgeht, in welchem der Strom um eine unbekannte Grösse weiter in negativem Sinne sich verändert haben wird, als in dem zur Beobachtung kommenden Stadium, welches zwischen Tetanus und Starre gleichsam die Mitte hält. Experimentiren lässt sich über diese Art des Tetanus gegenwärtig

---

Wirkung des elektrolytischen Vorganges in der Substanz des Nerven. — Die Unstetigkeit des von mir sogenannten Ritter'schen Tetanus, der seitdem Hrn. Pflüger dazu diente, seine Erklärung des Zuckungsgesetzes zu bewahrheiten (dies Archiv, 1859. S. 133) war schon Joh. Wilh. Ritter aufgefallen (Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 365; — Bd. II. Abth. I. S. 39. 40. 57. 58). Die von mir durch secundären Tetanus bewiesene Unstetigkeit des Strychnintetanus (Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 121. 515) hat Hr. Marey myographisch dargethan (l. c. p. 400). Der willkürliche Tetanus menschlicher Muskeln lässt zwar den stromprüfenden Schenkel in Ruhe, nicht aber, weil er stetig ist, wie der Muskelton und das Zittern der tetanisirten Gliedmaassen beweisen (Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 304 ff. 368 ff.). Dass endlich auch der durch chemische Reizung des Nerven, z. B. durch Kochsalzlösung, entstehende Tetanus unstetig ist, lehren Augenschein und Myographion (Marey, l. c. p. 398), und Hr. Bernstein beschrieb kürzlich das den Kochsalztetanus begleitende Muskelgeräusch (Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie u. s. w. 1875. Bd. XI. S. 195).

1) Dies Archiv, 1867. S. 267.

nicht, weil man die Umstände noch nicht kennt, unter denen er zu erwarten ist. Durch die Wirkung von Ammoniakdampf auf den künstlichen Muskelquerschnitt lässt sich eine ähnliche Erscheinung hervorrufen. Es würde uns aber hier zu weit vom Ziel ablenken, wollten wir auf die Unterschiede eingehen, welche den Ammoniaktetanus von jenem freiwilligen Tetanus zu trennen scheinen, und ihn jedenfalls noch ungeeigneter machen, hier ein Wort mitzureden (vergl. I. S. 542. Anm. 1.)

4. Versuch der Entscheidung auf elektrolytischem Wege.

Ein sinnreicher Freund schlug mir vor, die Frage nach der Stromumkehr bei der Zuckung mit Hülfe der elektrolytischen Wirkung des Muskelstromes zu entscheiden. Im Muskelstromkreis wäre Jodkaliumstärkekleister zwischen Platinspitzen eingeschaltet. Wie ich 1842 in meinem „vorläufigen Abriss" zeigte, entsteht mit der Zeit ein Jodfleck an der positiven Spitze.[1]) Die Meinung war nun, dass wenn der zuckende Muskel negativ wirkte, beim Tetanisiren auch an der negativen Spitze ein Fleck erscheinen müsste.

Allein mit diesem in seiner Einfachheit scheinbar vielversprechenden Plan ist nichts anzufangen. Weniger deshalb, weil bei der Schwäche der Wirkung die Dauer des Tetanus vermuthlich nicht ausreichen würde, um einen Fleck erscheinen zu lassen. Mit Hülfe der unpolarisirbaren Elektroden und der Neigungsströme würde es jedenfalls jetzt leichter sein, Zeichen der Elektrolyse durch den Muskelstrom zu erhalten, als früher. Wenn aber auch beim Tetanus an der negativen Spitze ein Fleck erschiene, so würde dies noch nicht Umkehr des Muskelstromes bedeuten. Ein Fleck würde hier nämlich auch ohne Stromumkehr, nur in Folge von Abnahme der Stromkraft, erscheinen, wegen der dabei freiwerdenden Ladungen der Platinspitzen, ganz wie bei Einschaltung von Jodkalium in einen Inductionskreis, der nach Durchgang des Stromes geschlossen bleibt,[2]) oder in den Experimentirkreis eines Zitterfisches, wenn

---

1) Poggendorff's Annalen u. s. w. 1843. Bd. LVIII. S. 3; — Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 439 ff.

2) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 400.

man nicht während des Schlages einen dadurch erregten Muskel den Kreis öffnen lässt.[1])

5. Versuch der Entscheidung mittels des Elektrodynamometers.

Schon Hr. Wilhelm Weber schrieb seinem Elektrodynamometer grosse Wichtigkeit für gewisse physiologische Versuche zu. Er zeigte, wie in Verbindung mit dem Magnetometer das Dynamometer diene, um Stärke und Dauer kurzer beständiger Ströme zu bestimmen. Noch unbekannt mit meinem allgemeinen Gesetze der elektrischen Nervenerregung[2]) nahm er, wie einst Volta, an, dass der Strom in beständiger Grösse den Nerven errege, dass aber dieser schnell unempfänglich für den elektrischen Reiz werde. Auf diesem Standpunkte versprach sich Hr. Weber grosse Aufschlüsse von der mittels Bussole und Dynamometer ausgeführten Bestimmung der Stärke und Dauer kurzer zur Reizung verwendeter Ströme.[3]) Diese Hoffnung konnte sich nicht erfüllen, und die physiologischen Dienste des Elektrodynamometers haben sich bisher darauf beschränkt, dass mit dessen Hülfe hin und wieder ein Schlitteninductorium empirisch graduirt wurde.[4])

Dagegen machte kurz nach dem Erscheinen der „Maassbestimmungen“ Hr. Helmholtz mich auf eine andere Anwendung aufmerksam, welche das Elektrodynamometer vielleicht in der Physiologie finden könne, nämlich zur Entscheidung der hier vorliegenden Frage.

Bekanntlich ist die im Elektrodynamometer wirksame ablenkende Kraft, wenn derselbe Strom die feste und die beweg-

1) Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1858. S. 102.

2) Untersuchungen u. s. w. Bd. I. 1848. S. 258.

3) Elektrodynamische Maassbestimmungen. Leipzig 1846. S. 81; — Vergl. meine Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 262. 263. — Hrn. Eckhard's Versuch, Weber's Methode auf den Schlag von Torpedo anzuwenden, misslang wegen Mangelhaftigkeit der Vorrichtung (Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Bd. I. Giessen 1858. 4°. S. 165.)

4) Vergl. Fleischl, Ueber die Graduirung elektrischer Inductions-Apparate. Wiener Sitzungsberichte. 1875. Bd. LXXII. Abth. III. Sep.-Abdr.

liche Rolle durchfliesst, dem Quadrat der Stromstärke proportional, also von der Stromrichtung unabhängig. Abwechselnd gerichtete Ströme, die an der Bussole sich aufheben, wirken am Dynamometer so stark, als wären sie gleichgerichtet.

Man denke sich den vom künstlichen Querschnitt abgeleiteten Muskelstrom abwechselnd während Ruhe und während Tetanus durch unpolarisirbare Elektroden der Bussole und dem in denselben Kreis eingeschalteten Dynamometer zugeführt. An beiden Instrumenten seien die Ablenkungen, oder deren Tangenten, den ablenkenden Kräften proportional. In der Ruhe heissen diese Ablenkungen, oder deren Tangenten, an Bussole und Dynamometer beziehlich B_r und D_r. Wir nehmen ferner an, dass auch im Tetanus die Spiegel beider Instrumente in beständigen Ablenkungen B_t, D_t gehalten werden. An der Bussole ist im Tetanus die ablenkende Kraft proportional der mittleren Ordinate der Ktenoïde, deren Zahnlänge es zu ermitteln gilt, am Dynamometer proportional der mittleren Ordinate der Quadrate sämmtlicher Ordinaten derselben Ktenoïde. Die Stärke des Muskelstromes in der Ruhe heisse I, der Betrag, um welchen sie während der Einzelschwankung abnimmt, heisse x, also $I - x$ die Stärke während der Schwankung. Wir wollen erfahren, ob $x >, =$ oder $< I$ sei.

Der Einfachheit halber ersetzen wir zunächst die Ktenoïde durch eine gebrochene Linie, d. h. wir denken uns die Ktenoïdenzähne gestreckt rechteckig, ihre Seiten der Ordinatenaxe parallel, ihr unteres Ende der Abscissenaxe parallel abgeschnitten. Auch sehen wir von der Nachwirkung ab. Die Breite der Zähne, d. h. die Dauer der Einzelschwankungen, verhalte sich zu dem sie trennenden Zwischenraume, d. h. zur Zeit, wo der Strom so stark ist, wie in der Ruhe, wie $T : R$. Endlich b sei die Bussolen-, d^2 die Dynamometer-Constante, m das Moment des Bussolmagnetes. Dann ist:

$$\left.\begin{aligned} B_r &= bmI, \\ B_t &= bm\left[\frac{IR+(I-x)T}{R+T}\right], \end{aligned}\right\} \ldots\ldots \quad 1)$$

$$\left.\begin{aligned} D_r &= d^2 l^2, \\ D_t &= d^2 \left[\frac{l^2 R + (l-x)^2 T}{R+T}\right]. \end{aligned}\right\} \ldots\ldots 2)$$

Für $x \overline{\gtrless} 2l$ hat man $D_t > D_r$ für jeden endlichen Werth von R, T und d^2. Erfolgte also im Tetanus am Dynamometer keine oder positive Schwankung, so bedeutete dies, dass in der Einzelschwankung der Strom sich umkehrt, und zwar würde er im ersten Fall unterhalb der Abscissenaxe dieselbe Stärke erreichen, wie in der Ruhe oberhalb, im zweiten diese Stärke überschreiten.

Bleibt dagegen $D_t < D_r$, so lehrt das Dynamometer an sich nicht mehr als die Bussole; x kann $\gtreqless l$ sein. Zur Bestimmung von x im Verhältniss zu l liefert das Dynamometer mit Hülfe von (2) zwar die Gleichungen [1])

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{1}{d}\left\{\sqrt{D_r} \pm \sqrt{D_t - \frac{R}{T}(D_r - D_t)}\right\} \\ l &= \frac{1}{d}\sqrt{D_r} \end{aligned}\right\} \ldots\ldots 3)$$

$$\frac{x}{l} = 1 \pm \sqrt{\frac{D_t}{D_r} - \frac{R}{T}\left(1 - \frac{D_t}{D_r}\right)} \ldots\ldots\ldots\ldots 4) .$$

---

1) l ist positiv genommen. — Für $D_r < D_t$ ist die Grösse unter dem Wurzelzeichen stets positiv. Für $D_r > D_t$ kann sie Null und negativ werden. Sie wird Null für

$$\frac{D_r}{D_t} = \frac{R+T}{R},$$

und x ist dann $= l$, denn wenn die Ktenoïdenzähne bis zur Abscissenaxe reichen, muss am Dynamometer wie an der Bussole die stetige zur unterbrochenen Wirkung so sich verhalten, wie die Dauer ersterer zur Dauer letzterer, daher in diesem Falle

$$\frac{D_r}{D_t} = \frac{B_r}{B_t}.$$

Zugleich macht $x = l$ aber $\frac{D_r}{D_t}$ zum Maximum, wie die Anschauung zeigt und die Rechnung bestätigt. Deshalb kann nicht

$$\frac{D_r}{D_t} > \frac{R+T}{R}$$

Allein erstens kennt man nicht das Verhältniss $R:T$, und kennte man es, so brauchte man nicht das Dynamometer, da die Bussole leichter und einfacher giebt (1)

$$x = \frac{1}{bm}(B_r - B_t)\left(\frac{R}{T}+1\right) \;\ldots\ldots\; 5)$$

$$I = \frac{1}{bm}B_r$$

$$\frac{x}{I} = \left(1 - \frac{B_t}{B_r}\right)\left(\frac{R}{T}+1\right) \;\ldots\ldots\ldots\; 6)$$

Zweitens hat man kein Mittel, um zwischen den beiden Zeichen in (3) zu entscheiden. Im Falle $D_t < D_r$ ist uns also mit den Dynamometerangaben allein so wenig geholfen, wie mit den blossen Bussolangaben.

Man findet nun zwar leicht aus (4) und (6)

$$\frac{R}{T} = \frac{\frac{D_t}{D_r} - \left(\frac{B_t}{B_r}\right)^2}{\left(1 - \frac{B_t}{B_r}\right)^2},$$

und die so sich zeigende Möglichkeit, wenn auch nicht $\frac{R}{T}$ am Muskel numerisch auszuwerthen, doch eine Grenze dafür anzugeben, ist gewiss in hohem Grade beachtenswerth. Zu dem hier uns gesteckten Ziele führt aber bequemer eine andere Combination der Angaben beider Instrumente, die Bildung nämlich des Bruches

$$V = \frac{\frac{B_r}{B_t}}{\frac{D_r}{D_t}}.$$

Führt man in diesen Ausdruck die gehörigen Werthe aus (1) und (2) ein, so zeigt sich, dass $x \gtreqless I$ ihn $\gtreqless 1$ macht (vergl. die letzte Anm.) Sobald also V die Einheit übersteigt, reichen die Ktenoïdenzähne unter die Abscissenaxe.

---

werden, d. h. > als der dem Verhältniss $\frac{D_r}{D_t}$ für $x = I$ zukommende Werth, und deshalb entspricht dieser Ungleichheit kein reeller Werth von x.

In Wirklichkeit weichen die Ktenoïdenzähne von der ihnen hier zugeschriebenen Gestalt unstreitig insofern ab, als sie mehr oder minder spitz zulaufen, und ausserdem muss die Nachwirkung berücksichtigt werden. Diese Umstände verstärken aber nur die Beweiskraft unserer Schlüsse. Laufen die Zähne spitz zu, so müssen sie um so länger sein, um am Dynamometer den durch ihren Flächenraum diesseit der Abscissenaxe gemessenen Ausfall an ablenkenden Kräften zu überwiegen. Unter beständiger Stromabnahme, wie die Nachwirkung sie mit sich bringt, leidet die Ablenkung am Dynamometer verhältnissmässig mehr als die an der Bussole, und auch aus diesem Grunde müssen die Zähne tiefer hinab reichen, um die negative Schwankung am Dynamometer verhältnissmässig kleiner oder gleich Null zu machen, vollends sie in eine positive zu verwandeln.

Es würde sich nun vor Allem darum handeln, ob das Dynamometer empfindlich genug herzustellen sei, um daran den Muskelstrom zu beobachten. Unerreichbar scheint dies nicht. Im physikalischen Cabinet zu Leipzig hatte am 19. April 1851 Hr. Prof. Hankel die Güte, ein Dynamometer mit 18′ hoher Bifilaraufhängung so empfindlich wie möglich aufzustellen. Als dem Instrument der Muskelstrom durch Kupferelektroden in Kupfersulfatlösung zugeführt wurde, entstand eine Ablenkung von einem halben Scalentheil. Ich unternahm seitdem mit Hülfe der Hrn. Siemens und Halske, ein für thierisch-elektrische Versuche hinreichend empfindliches Dynamometer zu bauen. An diesem Instrumente war die bifilare Aufhängung verlassen. Die bewegliche Rolle hing an einem 2 M. langen Silberdraht, und trug eine gut centrirte Platinspitze, die in Quecksilber tauchte und eine der beiden Zuleitungen bildete. Der Muskelstrom brachte aber keine bemerkbare Wirkung hervor, trotz der grossen Anzahl von Windungen, und obschon die Torsion so gering war, dass wegen der dadurch bedingten Unstetheit des Nullpunktes das Instrument fast unbrauchbar wurde.[1])

---

1) Auch Hr. Edelmann in München hat neuerlich ein Dynamometer mit unifilarer Aufhängung angegeben, indem er unterhalb der

Allein es giebt eine Anordnung, mittels welcher dem Dynamometer gewiss die genügende Empfindlichkeit ertheilt werden könnte, und auf die Hr. Helmholtz mich auch schon aufmerksam gemacht hatte. Es ist im Wesentlichen die, deren schon Ampère sich bediente, um Anziehung und Abstossung zwischen zwei flachen Drahtspiralen oder zwischen solchen Spiralen und Magnetpolen nachzuweisen.[1]) Sie besteht darin, an jedem Ende eines leichten, wagerecht in seiner Mitte bifilar, oder in passender Art unifilar aufgehängten Stabes eine Rolle anzubringen, und diese der Wirkung von zwei festen Rollen zu unterwerfen. Diese Anordnung bietet den Vortheil, dass das elektrodynamische Drehungsmoment ohne bedeutende Vermehrung der zu bewegenden Masse durch Verlängerung des Hebelarmes vergrössert wird.

Inmitten der mich umdrängenden Aufgaben bin ich nicht dazu gekommen, diesen Versuchsplan weiter zu verfolgen. Seine Verwirklichung betreffend, ist noch zu bemerken, dass er zur Entscheidung unserer Frage nur in dem Falle führen könnte, wo am Dynamometer Stillstand oder positive Schwankung, an der Bussole negative Schwankung erfolgte, wo also der Strom nicht allein sich umkehrte, sondern unterhalb der Abscissenaxe grössere Stärke erreichte als oberhalb. Die Entscheidung dagegen mittels des Bruches V würde dadurch unausführbar, dass man bei Ableitung des Muskelstromes vom künstlichen Querschnitt im Tetanus keine beständige Ablenkung erhält (vergl. I. S. 529. 530). Da aber, wie Hrn. Bernstein's jetzt zu besprechende Versuche bewiesen, bei der Zusammenziehung der Strom sich nicht umkehrt, so würden, allem Ermessen nach, Dynamometerversuche am Muskel erfolglos sein.

---

beweglichen Rolle in der Verlängerung des Torsionsdrahtes einen zweiten zuleitenden Draht befestigt. (Wiedemann, die Lehre vom Galvanismus u. s. w. Bd. II. Abth. II. 1874. N. 88. S. 720.)

1) Ampère et Babinet, Exposé des nouvelles Découvertes sur l'Electricité et le Magnétisme. Paris 1822. p. 64. Fig. 29. — Dasselbe Princip liegt Le Baillif's Sideroskop (Poggendorff's Annalen u. s. w. 1827. Bd. X. S. 508) und Hrn. Dove's Galvanometer (Ebenda, 1833. Bd. XXVIII. S. 586) zu Grunde.

§. XVII. Entscheidung der vorliegenden Frage durch Hrn. Bernstein, und Wiederholung seiner Versuche.

Ich dachte zwar auch fortwährend daran, das andere schon in den „Untersuchungen" angewandte Verfahren mit den beiden gegeneinander verstellbaren Unterbrechungsrädern, welches im Princip untadelig erschien (S. oben S. 613), wieder aufzunehmen und zu verbessern. Allein mir schwebten dabei stets zwei an derselben Axe befindliche isolirende Walzen mit eingesprengten leitenden Stücken vor, etwa so, wie Hr. Blaserna sie neuerlich in seinem *Interruttore differenziale* zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der Inductionsströme anwandte;[1]) und ich blieb rathlos vor der Schwierigkeit stehen, durch schleifende Federn stetige Berührung zu erhalten. Zum Zeichen der Unstetigkeit ihrer Berührung erzeugen solche Federn stets Tetanus in den Kreis gebrachter Nervmuskelpräparate.[2]) Nur durch grossen Druck kurzer schwingungsunfähiger Contactstücke schien diese Schwierigkeit sich überwinden zu lassen: dann läuft man aber wieder Gefahr, dass sich metallisch leitende Spurlinien der Contacte auf den isolirenden Theilen der Walzen bilden, und überdies verlangt der Apparat eine grosse treibende Kraft, über deren Erzeugung ich nicht mit mir einig wurde. So kam ich nicht über unbestimmte Projecte hinaus.

Hr. Julius Bernstein hat alle diese Schwierigkeiten so kühn wie glücklich beseitigt, indem er an Stelle der über isolirende und leitende feste Flächen schleifenden Federn verquickte Kupferspitzen setzte, welche durch Quecksilberkuppen streifen. Das Differential-Rheotom kann wirklich, wie Hr. Bernstein

1) Sullo Sviluppo e la Durata delle Correnti d'Induzione ec. Estratto dal Giornale di Scienze Naturali ed Economiche. 4°. Palermo 1870. – Vergl. Wiedemann, die Lehre vom Galvanismus und Elektromagnetismus. Bd. II. Abth. II. 1874. S. 133. §. 207.

2) Vergl. König in den Wiener Sitzungsberichten. 1870. Bd. LXII. II. Abth. S. 541., über Ad. Fick's Versuche am Spiral-Rheotom (Untersuchungen über elektrische Nervenreizung. 1864. 4°. S. 31.)

selber zu erwähnen die Freundlichkeit hatte, gleich dem *Interruttore differenziale* als vervollkommnete Form meines verstellbaren Doppelunterbrechungsrades gelten.[1]) In der ersten Abtheilung lernten wir schon mehrere, am Differential-Rheotom erhaltene, die negative Schwankung betreffende, wichtige Thatsachen kennen. Auch theilte ich dort meine eigenen Bemerkungen über dessen Gebrauch mit (s. I. S. 578 ff.). Hier interessirt uns die Anwendung, welche Hr. Bernstein von seinem Apparate machte, um die nun schon alt zu nennende Frage nach dem Verhalten des Muskelstromes in der Einzelschwankung endgültig zu entscheiden.[2])

Von Hrn. Sigm. Mayer am Differential-Rheotom angestellte Versuche über die Stromschwankung am zuckenden Gastrokemius ergaben bekanntlich, indem sie Hrn. Holmgren's Beobachtungen bestätigten, dass doppelte Schwankung stattfindet, zuerst negative, dann positive.[3]) An parelektronomischen Gastroknemien stellt erstere sich oft als Umkehr des in der Ruhe bestehenden Stromes dar. In der ersten Abtheilung habe ich den wahren Sinn dieser Thatsachen aufgedeckt. Sie zeigen beiläufig, wenn es solchen Beweises noch bedürfte, dass wirklich der Strom im Tetanus nicht bloss sich umkehren, sondern auch zwischen den negativen Einzelschwankun-

---

1) Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme. Heidelberg 1871. S. 7. 8.

2) Um Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich, dass Hr. Bernstein den auf diesen Gegenstand bezüglichen Paragraphen in seinem Werk (a. a. O. S. 67) überschreibt: „Von der absoluten Grösse der negativen Schwankung im Muskel". Ebenso drückt er sich bei Behandlung derselben auf die Nerven angewandten Frage aus (a. a. O. S. 26). Ich dagegen habe diese Untersuchung überschrieben: „Von der relativen Grösse der negativen Schwankung u. s. w.", und halte dies um so mehr für richtig, als Hrn. Bernstein's eigene Darlegung mit den Worten beginnt: „Es bleibt nun noch übrig, die „Frage zu erledigen, wie gross die elektromotorische Kraft der nega„tiven Schwankung gegenüber der elektromotorischen Kraft des „Muskelstroms wachsen kann."

3) Dies Archiv 1868. S. 655. — I. S. 579. — Vergl. auch Hrn. Lamansky's Versuche in Pflüger's Archiv u. s. w. 1870. Bd. III. S. 193.

kungen zu grösserer Stärke anschwellen könne, als in der Ruhe, ohne dass am Galvanometer etwas Anderes erscheint, als Stromabnahme.

Hr. Bernstein sah sofort, dass mit dem Gastroknemius seines verwickelten Baues wegen hier nichts auszurichten sei, und er wandte sich deshalb an mit künstlichem Querschnitt aufliegende regelmässige Muskeln, Gracilis und Sartorius. Die Zeit, während welcher der Bussolkreis bei jedem Umlauf des Rheotoms geschlossen wurde, war so gewählt, und in solchen Abstand von dem Augenblick der Reizung verlegt, dass nach früheren Ermittelungen das Maximum negativer Schwankung bevorstand. Wurde bei aufgehobener Compensation der die reizenden Schläge abblendende Schlüssel geöffnet, so musste, falls der Strom sich umkehrt, negativer Ausschlag erfolgen. Trotz wiederholten Bemühungen gelang es Hrn. Bernstein nicht, negative Ablenkung zu erhalten. In der grossen Mehrzahl der Versuche trat positive Ablenkung ein, nur viel schwächer, als wenn nicht tetanisirt wurde. In einem einzelnen Fall am Sartorius war während der negativen Schwankung die Ablenkung Null, während sie bei ruhendem Muskel 17·5 Sc. betrug.[1])

Ich habe diese Versuche mit mehreren Abänderungen wiederholt, welche ich zum Theil als nicht unbedeutende Verbesserungen betrachte. Erstens habe ich mich durchweg des Gracilis bedient, der den Sartorius an Leistungsfähigkeit weit übertrifft. Zweitens war der Muskel nicht, wie in Hrn. Bernstein's Versuchen, curarisirt, und ich tetanisirte ihn vom Nerven aus. Drittens leitete ich den Strom statt vom mechanischen vom thermischen Querschnitt ab, was mir den Vortheil vollkommen unverrückter Ableitung gewährte (vergl. I. S. 525. 526). Viertens hatte ich voraus die Anwendung eines leichten aperiodischen Magnetspiegels, während Hr. Bernstein sich mit dem für diese Versuche wenig geeigneten Meissner-Meyerstein'schen Elektro-Galvanometer behalf.

1) A. a. O. S. 68.

Bei alledem bekam auch ich keinen negativen Ausschlag zu sehen. Dagegen erschien ein solcher hin und wieder, als ich den künstlichen durch natürlichen Querschnitt ersetzte. Es hat also sein Bewenden bei meinem ursprünglichen Ergebnisse mit dem Doppelunterbrecher, mit welchem ich ja wohl auch negative Ausschläge erhalten hätte, wenn solche irgend ausgiebig vorkämen.

Jetzt ist noch eine wichtige Bemerkung zu machen. Wäre es auch gelungen, vom Muskel mit künstlichem Querschnitt bei der Zuckung negative Ausschläge zu erhalten, so folgte daraus noch nicht sicher Stromumkehr im Sinne, wie wir sie bisher uns dachten. Ich zeigte früher, dass der Muskel innerlich polarisirbar ist.[1] Danach scheint unvermeidlich, dass er durch seinen eigenen Strom sich polarisirt. Diese Polarisation durch den vom Quer- zum Längsschnitt den Muskel durchfliessenden eigenen Strom ist zwar nicht nachweisbar, weil der zeitliche Verlauf noch von mehreren anderen, viel wirksameren Umständen beeinflusst wird. Allein in den Muskelmolekeln selber und in deren nächster Nähe, um in der Sprache meiner Hypothese zu reden, könnte merkliche Polarisation stattfinden. Verschwände dann plötzlich die elektromotorische Kraft der Molekeln, oder sänke sie auch nur schnell um einen gewissen Betrag, so müsste der Muskel umgekehrt wirksam werden. Negative Wirkung des thätigen Muskels wäre also zunächst auf freiwerdende Ladungen zu deuten. Auf Umkehr des Stromes in der Einzelschwankung dürfte man ganz sicher erst schliessen, wenn die negative Schwankung die positive Wirkung während der Ruhe überträfe; denn der Polarisationsstrom kann im nämlichen Kreise nicht stärker werden als der polarisirende Strom.

Daraus scheint zu folgen, dass die negative Schwankung dessen, was man im Gegensatz zur secundären Kraft der Polarisation die primäre Muskelstromkraft nennen kann, noch nicht einmal soviel beträgt, wie die unmittelbare Beobachtung am Rheotom zeigt. Von letzterem Betrag ist, um ersteren zu

---

1) Dies Archiv, 1868. S. 262. 268.

finden, die freigewordene Polarisation abzuziehen. Wenn in der Einzelschwankung der Strom höchstens verschwindet, so wird die primäre Kraft also noch nicht einmal Null.

Aus dem umgekehrten Grund ist die Nachwirkung bedeutender, als die unmittelbare Beobachtung sie zeigt, denn sie verdeckt die Verstärkung des Stromes, die eine Folge davon sein muss, dass ein Theil der Ladungen frei ward.

Die jetzt sicher erkannte verhältnissmässig geringe Tiefe der Einzelschwankungen beweist, dass die Leichtigkeit, mit welcher im Vergleich zur Zuckung ohne Metalle die secundäre Zuckung erfolgt, nicht vom grösseren Betrage der Schwankung, sondern von ihrer Geschwindigkeit herrührt.[1])

Gegenüber jener geringen Tiefe erscheint die Grösse der tetanischen Gesammtschwankung um so beträchtlicher. Dies heisst soviel, wie dass das Verhältniss $\frac{R}{T}$ nur klein ist: denn aus Gleichung (5) oben S. 643 folgt, bei gegebenem x, $\frac{R}{T}$ um so kleiner, je grösser $B_r - B_t$. Wir können aber jetzt sogar wirklich $\frac{R}{T}$, in Verbindung mit der Dauer τ der Einzelschwankung als Bruchtheil der Secunde, numerisch auswerthen (vergl. oben S. 643). Sei 100 die Zahl der in der Secunde vom Inductorium ausgehenden Schläge, was nicht fern von der Wahrheit sein wird, so haben wir

$$\frac{R}{T} = \frac{1^s - 100\tau}{100\tau}.$$

Erfahrungsmässig ist $\frac{B_t}{B_r} = 0{\cdot}6$, $\frac{x}{I}$, nach Hrn. Bernstein, höchstens $= 1$. Setzt man diese Werthe in Gleichung (6) S. 643 ein, so erhält man $\tau = 0{\cdot}0040^s$, $\frac{R}{T} = 1 \cdot 5$. Nach Hrn. Bernstein's Versuchen ist $\tau = 0{\cdot}0039^s$.[2])

Natürlich ist ein so genaues Zusammentreffen mehr zufällig. Die gewählte Zahl von Schlägen (100), das Verhältniss $x = I$, sind

1) Vergl. I. S. 539; – Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 95. 538.

2) A. a. O. S. 56.

in unseren Versuchen unverbürgt. Hrn. Bernstein's Zahl für τ ist bei unmittelbarer Erregung des einen Endes curarisirter Muskeln gewonnen, und wir werden sehen, dass unter anderen Umständen die Schwankung länger dauert. Endlich die benutzte Formel kann nur für eine entfernte Annäherung gelten, da sie rechteckige Ktenoïdenzähne voraussetzt und die Nachwirkung ausser Acht lässt. Immer giebt diese Betrachtung bei aller Lockerheit einen Begriff von der Ordnung und von der Art der Verknüpfung der hier in's Spiel kommenden Grössen.

Hr. Bernstein hat seine Versuche am Rheotom auch auf die negative Schwankung des Nervenstromes ausgedehnt. Hier ist es ihm merkwürdiger Weise geglückt, Umkehr des Stromes zu beobachten, und zwar wird nach ihm der Strom unterhalb der Abscissenaxe stärker, ja nicht selten mehreremal so stark, wie oberhalb.[1] Es kann im Gebiete der Nerven- und Muskel-Elektricität nicht leicht eine wichtigere Thatsache geben, als diesen Unterschied. Ihre Bedeutung wird noch erhöht durch die soeben von uns angestellten Betrachtungen über die Rolle, welche die innere Polarisation bei der negativen Schwankung spielen kann, da, wie ich zeigte, auch die Nerven innerlich polarisirbar sind.[2] Danach würde kein Zweifel sein, dass im Tetanus wirklich Umkehr der primären Nervenstromkraft stattfindet.

Hier wäre das Elektrodynamometer an seinem Platze (s. oben S. 645). Hrn. Bernstein's Wahrnehmung entsprechend muss es bei Tetanus des Nerven positive Schwankung zeigen, wo an der Bussole negative Schwankung erscheint. So gäbe es auch ein treffliches Hülfsmittel ab, um durch Wechselströme erzeugten Elektrotonus zu untersuchen.

§. XVIII. Graphische Darstellung des elektrischen Vorganges bei Einzelschwankungen.

Es wird nicht unnütz sein, hier jetzt sowohl die von verschiedenen Forschern der Einzelschwankung zugeschriebenen,

1) A. a. O. S. 26 ff. S. 43.
2) Dies Archiv 1867, S. 262.

wie auch die ihr unter verschiedenen Umständen wirklich zukommenden Erscheinungsweisen in Einem Bilde zusammenzustellen.

Dies ist der Zweck der Fig. 2, deren Abschnitte (*He*) und (*v B*, *M*) wir schon betrachteten. Wie man sich erinnert, versinnlicht ersterer (in seiner zweiten Abtheilung) den von Hrn. Helmholtz erschlossenen Verlauf der Schwankung, letzterer erläutert bei (*) A. v. Bezold's Vorstellung von diesem Verlauf, bei (⁑) die von Hrn. Meissner aufgestellte Lehre, welche in der Geschichte dieser Angelegenheit eine so wichtige Rolle gespielt hat. In allen Abschnitten der Figur ist, wie schon bemerkt (s. oben S. 627) derselbe Reizungspunkt *r* und dasselbe Latenzstadium (0·01″) angenommen, und die der Abscissenaxe parallele gestrichelte Gerade *uu'* bedeutet überall die ursprüngliche Stromkraft des ruhenden Muskels. Wo nicht ein bestimmter Anhalt dafür vorhanden war, ist die Schwankungsgrösse nach räumlichen Rücksichten willkürlich gewählt.

Der folgende Abschnitt der Figur, (*Ho*), ist Hrn. Holmgren's grosser Abhandlung „Ueber die elektrischen Stromschwankungen am arbeitenden Muskel“[1]) entlehnt. In dieser Abhandlung hat Hr. Holmgren die Untersuchung über die Einzelschwankung veröffentlicht, welche er neun Jahre früher zur Prüfung der Meissner'schen Angaben in meinem Laboratorium begann, über deren Ergebniss er auch schon zweimal kurz berichtete, deren Methoden er aber noch nie beschrieb. Als seine jetzige Schrift in meine Hände gelangte, war die erste Abtheilung dieser Abhandlung schon gedruckt. Ich hatte dort also nur jene kurzen Berichte berücksichtigen können (s. I. S. 576 ff.), und ergreife gern die hier sich bietende Gelegenheit, Hrn. Holmgren's mit so grosser Ausdauer gezeitigten Ergebnisse gebührend zu würdigen.

Zunächst hat nun also Hr. Holmgren die schönen Versuchsweisen vollständig bekannt gemacht und durch Abbildungen erläutert, womit er das elektrische Verhalten des Muskels

---

1) Om den elektriska strömfluktuationen hos den arbetande muskeln. Upsala 1873.

während der verschiedenen Stadien einer Einzelzuckung erforschte. Stets befand sich der Gastroknemius in meinem Froschunterbrecher. Sein Strom wurde durch die Thonspitzen der unpolarisirbaren Zuleitungsröhren der aperiodischen Bussole zugeführt und war compensirt. Um das Verhalten während des Latenzstadiums zu ermitteln, wurde der Muskel im Helmholtz-schen Sinne belastet, und solche Anordnung war getroffen, dass die Zuckung den im Augenblick der Reizung geschlossenen Bussolkreis öffnete (vergl. I. S. 576). Um die Wirkung nur während des Stadiums der steigenden oder während desjenigen der sinkenden Energie zu erhalten, wurde der Hebel des Froschunterbrechers rückwärts in eine Gabel verlängert, deren beide Zinken in senkrechter Ebene lagen. Die Zinken waren einander in senkrechter Richtung entgegengebogen und zwischen ihren Spitzen befand sich ein sehr kleiner Zwischenraum. In diesem spielte das zu einer wagerechten Platte erweiterte Ende eines Hülfshebels, der in senkrechter Ebene leicht aber mit Reibung beweglich, in jeder Lage blieb. Die Zinken der Gabel sowohl wie der Hülfshebel waren metallisch, die Zinken von einander und vom Hebel des Froschunterbrechers isolirt. So lange letzterer Hebel stieg, berührte die obere Zinke den Hülfshebel, sank dagegen der Hebel des Unterbrechers, so lag die untere Zinke dem Hülfshebel an. Man begreift, wie bei passenden Verbindungen der Muskelstrom allein während des Stadiums der steigenden Energie Zutritt zur Bussole erhielt. Um ihn auch nur während des Stadiums der sinkenden Energie zuzulassen, bedurfte es noch eines besonderen Kunstgriffes, der bewirkte, dass nach vollendeter Wiederausdehnung des Muskels der Bussolkreis sich wieder öffnete. Dieser Kunstgriff ist a. a. O. nachzusehen. Um endlich allein die Nachwirkung zu erhalten, wurde bei compensirtem Strom und belastetem Muskel der den Muskelstrom führende Hebel des Froschunterbrechers von der Stützplatte abgehoben, so dass der Bussolkreis offen war. Wenn nach der Zuckung der Hebel zurückfiel, schloss er den Kreis im Augenblick, wo der Muskel sich völlig wieder ausgedehnt hatte.

Hr. Holmgren unterscheidet verschiedene Formen der Schwankung, welche unter mehr oder minder bestimmten Um-

ständen auftreten. Als normale Schwankungsform bezeichnet er die in der Figur ausgezogene Curve $u\,n\,a\,p\,n_1\,n_2$. Sie besteht aus einem nach ihm genau mit dem Latenzstadium abschliessenden negativen Theil una, welchem während des Stadiums der steigenden Energie ein positiver Theil ap folgt, dessen Maximum mit dem Maximum der Zuckungscurve zusammenfällt.[1]) Unmittelbar darauf, aber schon innerhalb des Stadiums der sinkenden Energie, schlägt die positive Schwankung schnell in negative Nachwirkung $n_1\,n_2$ um.

Andere Male zeigt die Curve den in $unap_1p_2$ gestrichelten Verlauf. Die positive Schwankung hat sehr überhand genommen, und läuft in positive Nachwirkung aus. Dies kommt bei stark parelektronomischen Muskeln vor.

Endlich in noch anderen Fällen nimmt die negative Schwankung überhand und läuft auch in negative Nachwirkung aus: die Schwankung ist rein negativ geworden (s. die zum Theil punktirte Curve unn_1n_2). Diese Form lässt sich künstlich herbeiführen, indem man den Achillesspiegel seiner Parelektronomie beraubt, z. B. ihn mit Kreosot ätzt.[2])

Hrn. Holmgren's Figur entbehrt der Abscissenaxe. Da seine verschiedenen Schwankungsformen verschiedener Parelektronomie des Achillesspiegels entsprechen, ist die ursprüngliche Stromkraft dabei verschieden zu denken, am grössten für die rein negative, mittelgross für die normale, am kleinsten für die Schwankungsform mit vorwiegendem positivem Curvenabschnitt. Im letzten Falle würden Abscissenaxe und negativer Curvenabschnitt sogar sich schneiden können, jedoch ohne dass dies

---

1) Um dies in unserer Figur deutlicher hervortreten zu lassen, habe ich die Verhältnisse der Abscissen in Hrn. Holmgren's Figur etwas geändert, nämlich sie denen der primären Zuckungscurve in Hrn. Helmholtz' Myogramm angepasst. Hier erscheint allerdings das Latenzstadium ungewöhnlich lang, dies kam mir aber aus leicht ersichtlichen Gründen bei sämmtlichen Abschnitten der Fig. 2 sehr zu statten. — Beim Vergleichen von Hrn. Holmgren's Curven mit den übrigen Curven der Fig. 2 ist zu bedenken, dass seine wie unsere Ordinaten willkürlich gewählt und ihrer absoluten Grösse nach also nicht vergleichbar sind.

2) Anf. St. B. 100—102.

Stromumkehr im Sinne bedeutete, in welchem die vorigen Paragraphen davon handelten. Verschiedener Parelektronomie des Achillesspiegels entspräche aber auch verschiedene absolute Grösse der negativen Schwankung, der geringsten Parelektronomie die grösste, der grössten die kleinste Schwankung. Wegen der hieraus entspringenden Verwickelung zog ich vor, an Hrn. Holmgren's Figur nichts weiter zu ändern, anstatt sie, was sonst leicht gewesen wäre, mit den zu seinen drei Schwankungscurven gehörigen drei Abscissenaxen zu versehen.

Ehe wir Hrn. Holmgren's Ergebnisse weiter betrachten, wird es gut sein, von den übrigen Abschnitten der Fig. 2 Kenntniss zu nehmen. Auf Hrn. Holmgren folgt Hr. Sigmund Mayer (*SM*). Die Curve ist nach seinen Messungen am Differential-Rheotom (s. I. S. 584) von mir entworfen. Die Zahlen längs der Curve bedeuten Tausendtel der Secunde. Das Umschlagen der negativen in positive Schwankung trifft noch in das zu 0·01" angenommene Latenzstadium, während Hr. Holmgren es genau mit dessen Ende zusammenfallen lässt. Die positive Schwankung ist nach Hrn. Sigmund Mayer gewöhnlich kleiner als die negative; sie tritt um so mehr zurück, je weniger parelektronomisch die Muskeln sind. Auch in dieser Figur habe ich der Einfachheit halber unterlassen, den verschiedenen Zuständen des Muskels entsprechende Abscissenaxen zu ziehen.

Die bisher besprochenen Schwankungscurven beziehen sich auf den Froschgastroknemius. Bis zu Hrn. Sigmund Mayer glaubten sämmtliche Forscher, die an dieser Untersuchung sich betheiligten, dass sie in der Schwankung des Gastroknemiusstromes die des Muskelstromes überhaupt studirten. Erst Hr. Bernstein, unter dessen Leitung Hr. Sigmund Mayer arbeitete, erkannte, wie gesagt (S. oben S. 648), dass am Gastroknemius, seines Baues wegen, besondere Umstände obwalten, was ich freilich längst wusste. Die Natur der stattfindenden Verwickelung zu durchschauen, war er nicht in der Lage. Dazu gehörte die auf jahrelangen, besonders darauf gerichteten Arbeiten fussende Reihe von Ermittelungen, welche die erste Abtheilung dieser Abhandlung ausmacht. Von allen

anderen Forschern zuerst begriff aber Hr. Bernstein die Nothwendigkeit, hier an regelmässige Muskeln, wie Sartorius und Gracilis vom Frosch, sich zu wenden.[1] Der Abschnitt (*Be*) unserer Figur zeigt nunmehr die Schwankungscurve eines solchen mit künstlichem Querschnitt aufliegenden Muskels. Von der doppelsinnigen Schwankung des Gastroknemius ist darin nichts zu sehen. Es ist einfach eine schnell entstehende, und auch, wenn gleich minder, schnell von ihrer Höhe wieder abfallende negative Schwankung da, deren Maximum in das Latenzstadium fällt, und welche in sehr verminderter Grösse und mit geringer Steilheit in das Stadium der steigenden Energie reicht, unstreitig um sich weiterhin der Geraden *uu'* asymptotisch anzuschliessen. Das Maximum der Schwankung erreicht höchstens die Abscissenaxe *rt*. Dies also ist der ungetrübte und wahre Verlauf der negativen Schwankung des Muskelstromes bei Einzelzuckung (vgl. I. S. 594).

Man sieht jetzt beiläufig, dass die von Hrn. Helmholtz erschlossene Schwankungscurve im Abschnitt (*He, II*) der Fig. 2 ganz richtig war. Hr. Helmholtz experimentirte am querdurchschnittenen Gastroknemius, dessen Schwankungscurve im Allgemeinen nicht weit von der eines querdurchnittenen regelmässigen Muskels abweichen kann, da die vom Kniespiegel ausgehende positive Schwankung vor der negativen Schwankung des unteren senkrechten künstlichen Querschnittes verschwindet.

Nun wäre noch die wahre Schwankungscurve des Stromes bei natürlichem Querschnitt zu entwerfen. Von der Art, wie diese zu Stande kommt, nämlich von der Rolle, welche die negative Kraft der parelektronomischen Strecke dabei spielt, wird in der dritten Abtheilung dieser Abhandlung die Rede sein. Erfahrung lehrt, dass am natürlichen Ende regelmässiger Muskeln die Einzelschwankung gleichfalls als einfache negative Schwankung erscheint, jedoch mit dem Unterschied, dass sie absolut genommen kleiner, relativ dagegen grösser ausfällt, als bei künstlichem Querschnitt. Bei sehr schwachem ursprünglichem Strome kann daher der Strom umgekehrt werden, bei

1) A. a. O. S. 50. 51.

ganz mangelndem entsteht ein negativer Ausschlag, bei ursprünglich verkehrtem Strome stellt die Schwankung sich als relativ positive Schwankung dar. Die Curve des Abschnittes (*Be*) der Fig. 2 wird also zur Schwankungscurve des regelmässigen Muskels mit natürlichem, mässig parelektronomischem, d. h. noch merklich negativem Querschnitt, wenn wir die Abscissenaxe $\imath t$ etwa nach $\rho\tau$ verlegen, und, wie es in der punktirten Curve geschehen ist, die Ordinaten der Curve, jedoch nicht genau proportional, verkleinern. Wahrscheinlich unterscheiden sich die Einzelschwankungen bei künstlichem und natürlichem Querschnitt noch anders als durch ihre absolute und relative Grösse, gleich den entsprechenden tetanischen Gesammtschwankungen, (Vergl. unten S. 663. 664).

Es verdient bemerkt zu werden, dass kürzlich die Hrn. Bernstein und Steiner dieselbe einfache Schwankungscurve, wie an regelmässigen Froschmuskeln, auch zwischen Längsschnitt und künstlichem Querschnitt regelmässiger Säugethier- (Hunde- und Kaninchen-) Muskeln beobachteten, während von beiden Enden abgeleitete unregelmässige Muskeln gleich dem Froschgastroknemius eine aus einem negativen und einem positiven Abschnitt bestehende Schwankungscurve gaben.[1]) Letzteres ist um so weniger zu verwundern, als auch regelmässige von beiden Enden abgeleitete Froschmuskeln am Rheotom mir Aehnliches zeigten (S. I. S. 591 Anm. 1)

Jetzt schreiten wir zur näheren Betrachtung der Holmgren'schen Aufstellungen. Schon in seiner vorläufigen Mittheilung bemerkte Hr. Holmgren, dass das Erscheinen der positiven Schwankung in gewisser Beziehung zur Parelektronomie zu stehen scheine.[2]) Vier Jahre später sprach Hr. Sigmund Mayer bestimmt aus, dass an parelektronomischen Muskeln der positive Schwankungsabschnitt stärker entwickelt zu sein pflegt, als der negative (s. oben I. S. 586 bis 588); Hr. Holmgren selber aber hatte noch vor Erscheinen der ersten Abtheilung dieser Abhandlung durch Benetzen des Achillesspiegels mit Kreosot die negative Schwankung auf

1) S. oben in diesem Bande des Archivs, S. 536 ff.

2) Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1864. S. 293.

Kosten der positiven willkürlich vergrössert (s. oben S. 654). Durch die in jener ersten Abtheilung mitgetheilten Untersuchungen sind diese Beobachtungen bestätigt, erweitert und soweit aufgeklärt, dass, wenn auch noch Manches dunkel bleibt, an der Richtigkeit der dort gegebenen Theorie im Allgemeinen nicht zu zweifeln ist. Die positive Schwankung des Gastroknemius ist nur negative Schwankung des Kniespiegelstromes; denn handle es sich um Einzelzuckung oder Tetanus, alle Umstände, welche das Hervortreten des Kniespiegelstromes begünstigen oder hindern, verstärken oder schwächen beziehlich die positive Schwankung im Vergleich zur negativen, wie umgekehrt alle Umstände, welche das Hervortreten des Achillesspiegelstromes begünstigen oder hindern, die negative Schwankung im Vergleich zur positiven beziehlich verstärken oder schwächen.

Nimmt man das Latenzstadium zu 0·01—0·02″ an, wie es bei Einzelschwankungen am Myographion oder am Pouillet'schen Chronoskop gefunden wird, so fällt nach Hrn. Sigmund Mayer's Messungen noch ein grosser Theil der positiven Schwankung in jenes Stadium. In diesem Sinne bezeichnete ich in der ersten Abtheilung (S. 579) Hrn. Holmgren's Angabe als irrig, wonach die negative Schwankung genau mit dem Latenzstadium abschneiden, die positive genau mit dem Stadium steigender Energie beginnen und mit deren Maximum das ihrige erreichen soll. Hr. Holmgren seinerseits hat in seiner neueren grossen Abhandlung „Om den elektriska strömfluktuationen o. s. v.“ diese Angaben gegen die des Hrn. Sigmund Mayer mit voller Bestimmtheit aufrecht erhalten. Er legt Werth darauf, weil er im Gastroknemius das allgemeine Paradigma eines Muskels vor sich zu haben glaubt, und die negative und positive Schwankung für folgweise den ganzen Muskel ergreifende Veränderungen hält, welche jenen Stadien wesentlich angehören. Natürlich wäre dies von grösster Bedeutung. Die Untersuchungen der ersten Abtheilung beweisen aber, dass, auch wenn die Thatsache des genauen Zusammenfallens richtig, diese Auffassung falsch, und das genaue Zusammenfallen nur zufälliger Anschein wäre. Die negative Schwankung geht aus vom Achilles-, die positive vom Kniespiegel; aus unbekanntem Grund über-

wiegt zuerst jene, dann diese. Der Augenblick, wo beide Schwankungen gleich sind, und die resultirende Schwankung das Zeichen wechselt, hat daher keine wesentliche Bedeutung. Es fehlt an jedem Grunde dafür, dass die Kniespiegelschwankung gerade im Augenblick siegen sollte, wo in der Nähe der motorischen Endplatten Verkürzung beginnt. Dass beim Hervortreten der positiven Schwankung es sich nur um deren Sieg handelt, und dass nicht etwa in jenem Augenblick die negative Schwankung endet, erhellt daraus, dass, wenn man durch Anätzen des Achillesspiegels letztere verstärkt, sie das Latenzstadium weit überdauert, ja bis in das Stadium der sinkenden Energie reicht.

Umgekehrt wird die Schwankung rein positiv, wenn man den Gastroknemius mit Thon umhüllt, weil der Kniespiegelstrom unter Nebenschliessung weniger leidet, als der Achillesspiegelstrom: ein besonders schlagender Versuch, insofern durch blosse Aenderung der Ableitung die Schwankungen selber in keiner Weise verändert werden. Bei mechanischer und chemischer Zerstörung der parelektronomischen Schicht am Kniespiegel bleibt negative Schwankung zurück, allein diese Arten, den Kniespiegel seiner Parelektronomie zu berauben, sind so unvollkommen, dass man froh sein muss, wenn überhaupt dadurch die positive Schwankung verstärkt wird. Das auch natürlich vorkommende Uebergreifen der negativen Schwankung in das nach Hrn. Holmgren wesentlich mit positiver Schwankung einherschreitende Stadium steigender Energie, das der positiven Schwankung in das nach ihm nicht minder wesentlich mit negativer Schwankung verknüpfte Latenzstadium, erscheint bei seiner Auffassung ganz unverständlich.

Es ist Hrn. Holmgren zuzugeben, dass die Behauptung, die positive Schwankung falle zum Theil in das Latenzstadium, unmittelbarer, thatsächlicher Begründung insofern entbehrt, als das Differential-Rheotom selber über die Dauer jenes Stadiums nichts aussagt; dass letzteres nur nach anderen Erfahrungen zu 0·01—0·02″ angenommen wird; und dass nicht gewiss ist, diese Dauer sei beim Tetanisiren dieselbe wie bei Einzelzuckungen. Hr. Holmgren meint, sie nehme dabei ab. Sie

wächst aber mit der Ermüdung, woraus zu folgen scheint, dass sie im Laufe des Tetanus grösser werden müsse, als bei Einzelzuckungen eines frischen Muskels. In unseren Versuchen am Rheotom wurde der Muskel 10 bis höchstens 15 Mal in der Secunde gereizt. Die Latenzstadien der einzelnen Zuckungen sind also noch weit davon entfernt, in einander überzugreifen, vielmehr bleibt reichlich Raum für sie, um vollständig abzulaufen, ja sich auszudehnen, und man sieht nicht ein, wie es den Verlauf der Zuckung abkürzen könne, dass eine neue Zuckung ihr folgt, so lange der ersten Zuckung noch Zeit bleibt für Abwickelung ihrer wesentlichen Stadien. Sie weiss doch, so zu sagen, nicht, was nachkommt. Es müsste erst bewiesen werden, dass das Latenzstadium kürzer ausfällt, wenn es in das Stadium sinkender Energie einer vorhergehenden Zuckung fällt. Bei der genau studirten Doppelreizung, wo sich dies am ehesten kundgeben müsste, zeigt sich davon bekanntlich nichts. Das Latenzstadium der zweiten Zuckung verläuft wie das der ersten, sogar wenn es zum Theil mit diesem zusammenfällt, so lange zwischen den beiden Reizungen $^1/_{600}$" bleibt.[1])

Wenn nun aber das Rheotom nicht vermag, die einzelnen Zuckungsstadien abzugrenzen, so vermag umgekehrt Hrn. Holmgren's Versuchsweise in ihrem gegenwärtigen Zustande nicht, auszumachen, was in einzelnen Abschnitten eines der drei Stadien vor sich geht. Soviel ich sehe, kann sie nur die Summe dessen wahrnehmen, was während eines ganzen Stadiums geschieht. -

Unsere Magnetspiegel sind beweglich genug, um die Doppelsinnigkeit der ganzen Gastroknemiusschwankung anzuzeigen, und es war einer der grossen Fortschritte, die Hr. Holmgren über Hrn. Meissner hinaus machte, dass er Spiegel von hinreichender Beweglichkeit anwandte, um diese Doppelsinnigkeit erkennen zu lassen. Allein gegenüber der im Latenzstadium selber noch steckenden Doppelsinnigkeit verhält sich der leichteste Magnetspiegel (wie ich vermuthe, sogar ein Thomson'-

1) Helmholtz in den Monatsberichten der Akademie u. s. w. 1854. S. 331. — Vergl. über Summation der Reize Hrn. Bernstein in seinen Untersuchungen u. s. w. S. 97.

scher[1])) wie gegenüber der Gesammtschwankung der wuchtige Magnet des Meissner'schen Elektro-Galvanometers. Hr. Holmgren konnte also gar nicht entscheiden, ob ein Theil der positiven Schwankung noch dem Latenzstadium angehört oder nicht. Wenn während des Latenzstadiums die Summe der vom Muskel auf den Bussolspiegel ausgeübten Wirkungen stets negativ ist, so folgt daraus nicht, dass negative Schwankung so lange anhält, wie die Reizung latent bleibt. Es folgt daraus nur, dass die algebraische Summe der während des Latenzstadiums etwa stattfindenden positiven und negativen Wirkungen stets negativ ist. Hierin aber liegt kein Widerspruch mit der Aussage des Rheotoms. Bei einer Dauer des Latenzstadiums von 0·01" würde noch etwa die Hälfte der positiven Schwankung in dies Stadium fallen. Dass der Unterschied der ganzen negativen Schwankung und eines nicht die volle Hälfte betragenden Theiles der positiven Schwankung gewöhnlich negativ ist, erscheint um so mehr in der Ordnung, als das positive Maximum gewöhnlich unter dem negativen bleibt (s. oben S. 655).

Aus demselben Grunde, aus dem Hrn. Holmgren's Versuchsweise nicht anzeigt, ob die negative Schwankung während des Latenzstadiums einen positiven Antheil birgt, vermöchte diese Versuchsweise auch nicht, wie man beim ersten Anblick glauben könnte, das Rheotom in der Frage nach der Stromumkehr bei der Zuckung zu ersetzen. Indem sie die elektrische Wirkung während des Latenzstadiums ausschneidet, leistet sie zwar, was dem Froschhammer, mit dem sie sonst eine gewisse Verwandtschaft hat, nothwendig versagt blieb, weil dieser vor der Entdeckung entstand, dass die Schwankung der Zuckung voraufgeht. Allein auch wenn man Hrn. Holmgren's Versuchsweise mit regelmässigen, von natürlichem Längs- und thermischem Querschnitt abgeleiteten Muskeln in's Werk setzte, dürfte man aus der bei nicht compensirtem Strome während des Latenzstadiums erfolgenden positiven Wirkung nicht schliessen, dass der Strom sich nicht umkehre, denn er könnte es während

---

1) Vergl. Monatsberichte u. s. w. 1873. S. 763. 764.

eines Bruchtheiles jenes Stadiums thun, ohne dass die Gesammtwirkung positiv zu sein aufhörte.

Uebrigens liesse sich Hrn. Holmgren's Versuchsweise leicht so abändern, dass sie, wenn auch nicht zur erschöpfenden Zergliederung des elektrischen Vorganges während des Latenzstadiums, wie die Frage nach Stromumkehr bei der Zuckung sie erheischt, doch zur Entscheidung geschickt würde, ob ein Theil der positiven Schwankung am Gastroknemius noch in jenes Stadium fällt oder nicht. Dazu ist nur nöthig, den Bussolkreis erst eine gewisse kleine Zeit nach der Reizung zu schliessen. Diese Zeit, ursprünglich viel kleiner als die Dauer des Latenzstadiums, müsste man bis zu dieser Dauer schrittweise um kleine Grössen verlängern können. Hat Hr. Holmgren Recht mit seiner Behauptung negativer Schwankung während des ganzen Latenzstadiums, so erhielte man dann stets noch negative Wirkung. Hat Hr. Sigmund Mayer Recht, so würde erst negative Wirkung, von einem gewissen Punkt dagegen, an stark parelektronomischen Muskeln und bei hinreichend empfindlicher Bussole, positive Wirkung erfolgen.

Träfe dies nicht ein, und bliebe die Schwankung während des Latenzstadiums stets negativ, so wäre indess nur bewiesen, dass Hr. Holmgren mit seiner thatsächlichen Behauptung im Rechte war, und dass wahrscheinlich am Rheotom das Latenzstadium kürzer ausfällt, als bei Einzelzuckungen. Bewiesen wäre nicht, dass Hrn. Holmgren's theoretische Auffassung der Erscheinungen am Gastroknemius richtig, die meinige falsch sei. Alle Gründe dafür, dass das Zusammenfallen des Punktes, wo die positive Schwankung über die negative siegt, mit dem Beginne der Verkürzung zufälliger Anschein sei, blieben in gleicher Stärke bestehen.

Die wahre hier zu lösende Aufgabe ist Feststellung des Verlaufes der Achilles- und der Kniespiegelschwankung und des Grundes, weshalb sie nicht zeitlich zusammenfallen, und, wie man erwarten sollte, abgesehen von der Nebenschliessung durch die Muskelmasse, einander aufheben.

Man könnte annehmen, dass beide Schwankungen gleichen Verlauf haben; dann muss man sich denken, dass die

negative früher beginnt als die positive. Dies heisst soviel, wie dass die Zuckungswelle am Kniespiegel später anlangt, als am Achillesspiegel, und zwar um etwa 0·005″, als den Zeitraum zwischen beiden Maximis. Einen Grund dafür anzugeben ist unmöglich. In 0·005″ durchläuft nach Hrn. Bernstein die Schwankung $\frac{1}{200} \cdot \frac{3500 \text{ Mm.}}{1''} = 17 \cdot 5$ Mm.,[1]) während die mittlere Länge der Gastroknemiusfasern an einem Muskel mittlerer Grösse (von 35 Mm. Länge) nur etwa 7·5 Mm. beträgt. Es ist also nicht daran zu denken, was im ersten Augenblick annehmbar scheint, den späteren Eintritt der Kniespiegelschwankung davon abzuleiten, dass die motorischen Endplatten vielleicht dem Achillesspiegelende der Fasern etwas näher liegen, als dem Kniespiegelende; um so weniger, als sie nach Hrn. Kühne am Gastroknemius in der Mitte der Faser liegen.[3])

Man kann nun aber auch annehmen, dass beide Schwankungen gleichzeitig anheben, jedoch verschieden verlaufen. Die negative Schwankung müsste schneller ansteigen und auch wieder abfallen, als die positive. Hierfür liesse sich allenfalls ein Grund angeben. In der ersten Abtheilung fanden wir, dass bei künstlichem Querschnitt die negative Schwankung im Tetanus schnell ihr Maximum erreicht, aber keinen Augenblick darauf verweilt, sondern alsbald, wenn auch langsamer, wieder abfällt. Bei natürlichem Querschnitt dagegen nähert sich die tetanische Schwankung zögernd einem absolut geringeren Maximum, verweilt länger in dessen Nähe und sinkt viel langsamer davon herab (s. I. S. 544. 545). Da nun der Achillesspiegel mehr Angriffen auf seine Parelektronomie ausgesetzt ist, als der im Inneren des Muskels verborgene Kniespiegel, so wäre denkbar, dass deshalb die Schwankung des Achillesspiegelstromes mehr der negativen Schwankung bei künstlichem, die des Kniespiegelstromes mehr der bei natürlichem Querschnitt ihrem Verlaufe nach gliche.

---

1) Untersuchungen über den Erregungsvorgang u. s. w. S. 56.

2) Vergl. dies Archiv, 1863, S. 531.

3) Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. Leipzig 1862. 4. S. 22.

Der letzte Abschnitt der Fig. 2 ist zu zeigen bestimmt, dass diese Vermuthung rein formell die Erscheinungen erklärt. Die gestrichelte Curve ist die negative Achilles-, die punktirte die positive Kniespiegelschwankung, die ausgezogene Curve die aus algebraischer Summation der Ordinaten beider ersteren Curven entspringende resultirende Schwankung, welche, wie man sieht, Hrn. Sigmund Mayer's Curve genau wiedergiebt.

Wie man sich erinnert, haben wir durch ähnliche Annahmen schon die doppelsinnigen Wirkungen beim Tetanisiren des Gastroknemius formell zu erklären versucht (s. I. 563. 592. 593). Es hinterblieben aber dort Schwierigkeiten, und ebenso ist es hier. Ich will auf deren Darlegung im Einzelnen nicht eingehen, sondern spreche lieber kurz aus, dass es im gegenwärtigen Zustand unserer Kenntniss nicht gelingt, von diesen verwickelten Erscheinungen völlig befriedigende Rechenschaft zu geben. Dazu bedarf es noch langwieriger und mühsamer Untersuchungen, und zwar werden diese sich nicht auf den Gastroknemius beschränken dürfen, sondern ausser auf den Triceps femoris müssen sie sich auch auf regelmässige, von beiden Enden abgeleitete Muskeln in verschiedenen Zuständen ihrer Enden erstrecken.

Hrn. Holmgren's Curven geben noch zu einigen anderen Bemerkungen Anlass. Er lässt die negative Schwankung im Augenblick der Reizung beginnen und in der Mitte des Latenzstadiums ihr Maximum erreichen. Im Falle rein negativer Schwankung sinkt von hier die Curve mit verhältnissmässig geringer Steilheit bis jenseit des Endes der Zuckung. Da dieser Verlauf der geringsten Parelektronomie des Achillesspiegels entspricht, so kann er, wie wir schon sahen, nicht sehr verschieden sein von dem, welcher in Hrn. Helmholtz' Versuch stattfand. Nach diesem Versuch hat aber die Curve ihre grösste Steilheit etwa in der Mitte des Latenzstadiums, während Hr. Holmgren die grösste Steilheit weiter zurück nach dem Reizungspunkte verlegt, mit welchem Recht, ist mir nicht deutlich geworden.[1]) Bei Hrn. Holmgren's Schwankungsform mit über-

1) Auch Hrn. Holmgren's graphische Darstellung der Meiss-

wiegendem positiven Curvenabschnitt müsste die secundäre Zuckung eine Doppelzuckung sein, und dasselbe folgt aus Hrn. Sigmund Mayer's Curve. Weitere Untersuchungen haben zu lehren, ob dies wirklich sich beobachten lässt, und ob bei Hrn. Holmgren's normaler Schwankungsform noch eine dritte secundäre Zuckung dem Maximum der primären Zuckung folgt, wie es nach seiner Figur der Fall sein müsste.

Auch was den ferneren Verlauf der Schwankung betrifft, gehen Hrn. Holmgren's Ergebnisse und die am Rheotom erhaltenen auseinander, wie ein Blick auf Fig. 2 zeigt. Hr. Holmgren lässt die Schwankung bis an's Ende der Zuckung und als Nachwirkung darüber hinaus sich erstrecken. Er sah 1. bei überwiegendem positivem Schwankungsabschnitt positive Nachwirkung; 2. bei ganz negativer Schwankung negative Nachwirkung; 3. bei mittelstarker positiver Schwankung (seiner normalen Schwankungsform) gleichfalls negative Nachwirkung. Letztere Erscheinungsweise schilderte Hr. Holmgren schon in seiner vorläufigen Mittheilung.

In den bisherigen Versuchen am Rheotom stellte sich die Schwankung viel kürzer dar. An regelmässigen, von Längs- und künstlichem Querschnitt abgeleiteten Froschmuskeln, die curarisirt waren und am einen Ende unmittelbar gereizt wurden, fand Hr. Bernstein die Schwankungsdauer im Mittel nur zu 0·0039" (s. oben S. 650). Noch kürzere Schwankungsdauer wurde neulich von ihm und Hrn. Steiner an regelmässigen Muskeln curarisirter Säugethiere verzeichnet (s. oben S. 657). Hr. Sigmund Mayer lässt die positive Schwankung am Froschgastroknemius 0·017" nach der Reizung enden (s. I. S. 579; — oben S. 655). Ich selber muss bekennen, bei den

---

ner'schen Lehre auf S. 8 seiner Schrift halte ich in dieser Beziehung für minder richtig als die in Fig. 2 von mir gegebene. Noch ist gegen jene Darstellung einzuwenden, dass Hr. Meissner nur nach einer „eine merkliche Zeit anhaltenden Compression des Muskels" durch die Zusammenziehung, nicht also bei Einzelzuckung, negative Schwankung annahm (Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift u. s. w. 3. R. Bd. XV. S. 54; — vergl. oben S. 633. 652).

meisten meiner Rheotom-Versuche diesen Punkt nicht beachtet zu haben, da es mir auf andere Dinge ankam, welche meine wie des Präparates Leistungsfähigkeit vollauf in Anspruch nahmen (s. I. S. 585). Doch finde ich in meinen Versuchsprotokollen gelegentlich noch nach 0·03″ Spuren von Schwankung des Stromes zwischen Aequator und sehnigem Ende regelmässiger Muskeln verzeichnet. Dies will aber immer noch nichts sagen neben der von Hrn. Holmgren der Schwankung zugeschriebenen Dauer, die nach den gewöhnlichen Erfahrungen am Myographion kaum zu weniger als zu 0·150″, also zum Fünffachen der von mir wahrgenommenen Dauer, zu veranschlagen ist.

Mit Hrn. Holmgren's Angabe scheint dagegen unsere Erfahrung am Froschhammer eher zu stimmen. Hier erhielten wir um so stärkere Abnahme des Stromes, je länger bis zu einer gewissen Grenze der Bussolkreis nach Anfang der Zuckung geschlossen blieb (s. oben S. 624). Dies wäre nicht der Fall gewesen, wenn die Schwankung das Latenzstadium so wenig überdauerte, wie nach Hrn. Bernstein's, Hrn. Sigmund Mayer's und meinen eigenen Beobachtungen am Rheotom.

Auch hierüber sind weitere Untersuchungen nöthig. Einstweilen denke ich mir die Sache so. Die Versuche in denen curarisirte Muskeln unmittelbar gereizt wurden, lasse ich beiseite, als möglicherweise der Natur der Sache nach unvergleichbar mit den an unvergifteten, mittelbar gereizten Muskeln angestellten Versuchen. Dass in sonst strenge vergleichbaren Versuchen, wie denen am Gastroknemius, das Rheotom die Schwankung kürzer angab, als die Holmgren'sche Versuchsweise, schreibe ich nicht dem Umstande zu, dass dort unvollkommen tetanisirt, hier Einzelzuckung beobachtet wurde. Denn, wie schon bemerkt (s. oben S. 660), die Reizungen folgen am Rheotom einander nicht so schnell, dass nicht jede Schwankung Zeit hätte, fast vollständig abzulaufen, und der Verlauf einer Schwankung kann nicht dadurch abgekürzt werden, dass ihr eine andere in grösserem Abstande folgt, als ihre natürliche Dauer beträgt. Sondern das Wahrscheinlichste ist, dass am Rheotom das Ende der Schwankung einfach wegen Schwäche der Wirkung sich

der Beobachtung entzog. Diese Vermuthung ist in der Figur dadurch ausgedrückt, dass die Curven die Gerade *u u'* nicht erreichen.

Schon bei Besprechung von Hrn. Holmgren's Versuchen in der ersten Abtheilung hob ich hervor, dass es weder Hrn. Sigmund Mayer noch mir begegnete, der positiven Schwankung am Gastroknemius eine zweite negative Schwankung folgen zu sehen, und ich fügte hinzu, dass Hrn. Holmgren's Beobachtung um so räthselhafter erscheine, je geringer am Rheotom die Nachwirkung sich uns darbot (s. I. S. 579. 593). Diese Bemerkung war nicht gehörig überlegt. Allerdings vermisst man meist am Rheotom, nachdem der Gastroknemius während einiger Secunden 10—15 Reizungen in der Secunde erhielt, die grosse und nachhaltige Schwächung seines Stromes, die beim gewöhnlichen Tetanisiren nie ausbleibt. Dennoch kann, soweit die Zeit es erlaubt, jeder Einzelzuckung, aus der sich der kaum vollkommen zu nennende Tetanus am Rheotom zusammensetzt, flüchtige Nachwirkung folgen, und zwischen dem Wahrnehmen solcher Nachwirkung nach Einzelzuckungen und dem Vermissen anhaltender Nachwirkung nach unvollkommenem Tetanus besteht in Wahrheit kein Widerspruch.

(Letzte Abtheilung folgt.)

Ueber das Eindringen von Stoffen in undichte Wasserleitungen.

Von

Dr. Kulischer,
Kais. Russischem Regimentsarzt.

Die Bemühungen vieler Forscher tragen immer mehr dazu bei, die Ansicht v. Pettenkofer's zu begründen, dass die Beschaffenheit des Bodens und die in ihm vorgehenden Veränderungen für die Entwickelung und Wirkungsfähigkeit mancher Infectionsstoffe (Cholera, Typhus, Intermittens) von wesentlicher Bedeutung sein müssen.[1]) Die Entwickelung dieser Stoffe oder Krankheitskeime bis zu dem Grade (Stadium), in welchem sie ansteckungsfähig werden und inficirend wirken, stehet in engster Verbindung mit den zeitlichen Veränderungen eines Bodens von gewisser Beschaffenheit und zwar hauptsächlich mit den verschiedengradigen Abwechselungen und Schwankungen der Feuchtigkeit und Temperatur. Die Annahme dieser Theorie erklärt nicht nur, warum gewisse Localitäten immun bleiben, obgleich sie von anderen umringt sind, wo die verheerendsten Epidemien herrschen, sondern auch weswegen eine, früher immun gewesene Localität unter anderen Um-

1) Die hierauf bezügliche neuere Literatur ist angegeben in den Artikeln von Liebermeister und Lebert im 1. Th. des 2. Bandes des von Prof. v. Ziemssen redigirten Handbuches d. speciell. Pathol. u. Therapie (Leipzig 1874) über Typhus (S. 62 ff.) und Cholera (S. 339 ff.). Vergl. auch Roth und Lex, Handbuch der Militärgesundheitspflege, S. 20—34.

ständen — d. h. unter anderen Verhältnissen der erwähnten Bedingungen im Boden — wiederum inficirt werden kann.

Mit dieser Ansicht v. Pettenkofer's stimmen auch die meisten Fälle überein, in denen die Verbreitung der Infectionsstoffe durch das Trinkwasser nicht bezweifelt werden kann. Für sämmtliche derartige Fälle giebt dieser Forscher folgende Erklärung[1]): „Wir verkehren mit den unterirdischen Schichten für gewöhnlich nur auf zwei Wegen: durch das Wasser unserer Brunnen und Quellen und durch die Luft, die den porösen Boden durchdringt. Vielen scheint nur der erste Weg wahrscheinlich . . . . und viele gut beobachtete Thatsachen über den Verlauf der Cholera in England setzen ausser Zweifel, dass durch das Wasser gewisse Krankheitskeime verbreitet werden können, wenn sie sich auch nicht in ihm entwickeln, sondern dazu noch einer gewissen Bodenbeschaffenheit bedürfen.“ Diese Erklärung genügt und findet vollständige Geltung für die Pumpbrunnen und für die aus dem Grundwasser versorgten Wasserleitungen, welche auch in neuester Zeit vielfach als Verbreiter von Krankheiten — vermittelst des durch sie gelieferten Trinkwassers — angeklagt wurden.[2]) In manchen der hier unten citirten Mittheilungen wird das Trinkwasser nicht nur als Vehikel, sondern

---

1) Ztschr. f. Biologie, Bd. VI, S. 23—34. — Vgl. auch die Aufsätze desselben Autors in der erwähnten Ztschr. Bd. I, S. 353, 373. Bd. V. S. 212, 271, 287—89 und die in derselben Ztschr. veröffentlichten Mittheilungen von Delbrück und Zeroni (Bd. IV. S. 248 ff 491 ff.)

2) Vgl. Rothe und Lex, a. a. O. S. 21; Förster in d. Ztschr. für Epidemiologie, B. I, S. 81 ff. — Derselbe Autor: „Die Verbreitung der Cholera durch die Brunnen; Breslau 1873.“ Köstlin. Medicin. Correspbl. des Würtemb. ärztl. Vereines, 28. Jan. 1873 (Bd. 43). — Burkart, ebend. Bd. 42 (1872) S. 9 ff. 73 ff. 84 ff. — Derselbe Autor: „Die epidemischen Krankheiten in Stuttgart. Tübingen 1873. Fleck, in Ztschr. f. Epidemiologie, Bd. I, S. 291. Weisflag, im Arch. für klin. Medicin, Bd. XII, S. 320—327. (Vgl. Liebermeister in dems. Arch. Bd. VII, S. 155 und Haegler ebend. Bd. XI. S. 327).

auch als Keimstätte der Infectionsstoffe betrachtet. Gegen diese Auffassung spricht sich v. Pettenkofer (Ztschr. f. Biologie, Bd. IV. S. 23) wie folgt aus:

„Ich glaube, nur so viel lässt sich mit aller Bestimmtheit annehmen, dass es sich wesentlich um einen organischen Process im Boden handelt, der also organische Stoffe enthalten muss.[1]) Dass er nicht im Wasser selbst vor sich gehe, scheint mit Bestimmtheit daraus hervorzugehen, dass viel Wasser im Boden ihm geradezu feindlich und nachtheilig ist, — dass die Austrocknung ihn begünstigt.“

Bei einer solchen Beziehung zwischen Boden und Trinkwasser einerseits, Entwickelung und Verbreitung von Infectionsstoffen andererseits musste auch die Frage in Betracht kommen, in wie weit das Trinkwasser in den Leitungen selbst verunreinigt werden könnte, und zwar besonders dann, wenn diese Leitungen an einer oder mehreren Stellen undicht werden? — Hat man irgend welchen Grund anzunehmen, dass Trinkwasser, welches ursprünglich in die Leitung gesund und rein gelangte, während seines weiteren Durchströmens die im Bodenwasser gelösten oder überhaupt im Boden vorhandenen Stoffe aufnehmen und folglich dann auch weiter fortführen kann?

Unter den Berichterstattern, welche die Verunreinigung resp. Inficirung des durch Leitungen zugeführten Trinkwassers besprechen, ist Zuckschwerdt der einzige, welcher

---

Zuckschwerdt „Die Typhusepidemie im Waisenhause zu Halle im J. 1871“ (No. 4. der Publicationen des Vereins f. öffentliche Gesundheitspflege in Halle). Halle 1872.

1) Vgl. auch v. Pettenkofer im 4. Hefte des X. Bandes der Ztschr. f. Biologie, S. 441—445, wo diese Infectionsstoffe und Keime als niedrige Organismen oder Fermente aufgefasst werden, deren Wirkung theils mechanisch, theils chemisch sein soll. In mehreren der oben citirten Stellen drückt sich v. Pettenkofer ungefähr so aus: „Die Krankheitskeime, deren Wesen vor der Hand noch ganz unbekannt ist (x), fordern gewisse Bedingungen (y), um zu dem Stadium zu gelangen, in welchem sie (als z) den menschlichen Organismus inficiren können.“

eine solche Möglichkeit verneint. In seinem hier citirten Aufsatze (S. 51, Anmerk.) findet man folgende Aeusserung: „Und trat ein Defect ein (in den hölzernen Leitungsröhren), so konnte nur das unter einem gewissen Drucke stehende Wasser aus dem engen Lumen der Röhre ausfliessen, aber Nichts hinein.“ — Dagegen kann der Ausspruch Küchenmeister's: „Auch Leitungen können Infectionsstoffe anderorts hinführen, wenn sie undicht werden,“ [1]) in dem Sinne gedeutet werden, als ob der inficirende Stoff durch die undichte Stelle hindurch in die Leitung eindringt, obgleich das an dieser Stelle vorbei- und ausströmende Wasser unter einem, in der Richtung der Leitungsröhre oder von innen nach aussen wirkenden Drucke stehen muss.

Um nun zu entscheiden, in wie weit ein solches Eindringen durch undichte Stellen für in Wasser gelöste Stoffe überhaupt möglich sei, wenn der Röhreninhalt unter gewissem, resp. hohem Drucke stehet — wie er in Wasserleitungen zu sein pflegt — habe ich, der Aufforderung des Hrn. Prof. Franz Hofmann folgend, nachstehende Versuche ausgeführt.

Der wesentlichste Theil der für diese Versuche getroffenen Einrichtung besteht aus einem, bis zu einem gewissen Niveau mit Wasser gefüllten Standgefässe, welches bei der weiteren Besprechung, der Kürze halber, mit *R* bezeichnet werden wird,[2]) und welches mitsammt seinem Gestelle auf jede beliebige Zim-

1) Ztschr. f. Epidemiologie, Bd. I (1874), S. 231. Vgl. auch Biermer: „Ueber Entstehung und Verbreitung des Abdominaltyphus“ (No. 53 der Sammlung klin. Vorträge von Prof. Volkmann. Leipzig 1873); Bansen: „Ueber die Entstehung des Typhus abdominalis“. Winterthur 1872.

2) Ebenso sind auch alle übrigen Theile der Einrichtung mit entsprechenden Buchstaben bezeichnet worden, welche in der ganzen weiteren Besprechung dieselbe Bedeutung behalten.

merhöhe gebracht und daselbst fixirt werden konnte. — Aus der nahe dem Boden des Gefässes *R* befindlichen, mit dem oberen Ende eines Gummischlauches (*H*) verbundenen Seitenöffnung konnte das in *R* enthaltene destillirte Wasser in die mit dem unteren Ende des Gummischlauches verbundenen Versuchsröhren (*V*) geleitet werden. Die Communication zwischen *R* und *V* konnte durch einen Quetschhahn an jeder beliebigen Stelle des Gummischlauches *H* ganz oder zum Theil aufgehoben und wieder hergestellt werden. In den Fällen, wo es nöthig war, eine annähernd[1]) constante Druckhöhe zu behalten, wurde die obere Oeffnung des Gefässes *R* mit einem anderen, höher gestellten und destillirtes Wasser enthaltenden Gefässe *D* in Verbindung gebracht, aus welchem, nach entsprechender Einstellung der zwischen *D* und *R* befindlichen Schraube (*C*), das aus *R* herausgeflossene Wasser wieder ersetzt werden konnte, so dass der Wasserspiegel in *R* beinahe unverändert blieb.

Das undicht gemachte, resp. undicht verschlossene Versuchsrohr wurde, nachdem der aus destillirtem Wasser bestehende Inhalt desselben durch Herstellung der Communication mit *R* unter Druck gebracht war, in einem mit gesättigter Kochsalzlösung gefüllten Gefässe (*k*) entweder vermittelst seiner eigenen Schwere oder auf irgend eine andere Fixationsweise der Art festgehalten, dass alle undichten Stellen sich während der ganzen Versuchsdauer unter dem Spiegel der Kochsalzlösung befanden. Vor jedem Versuche wurde das Gefäss *k* mit dieser Lösung so weit gefüllt, dass jede neu zugekommene Flüssigkeitsmenge eine Ueberströmung über den Rand von *k* verursachen musste. Die aus den undichten Stellen des Versuchsrohres (*V*) heraus- in das Gefäss *k* eingetretene Wassermenge *a* (aussen) konnte daher in einem, unter den Rand von *k* untergestellten Messcylinder (*M*) gesammelt und gemessen werden. — In einem anderen Messcylinder (M_1) wurde die mit

1) Die weiter unten angegebenen Druckhöhen sind überhaupt nur als annähernde zu betrachten, da für den Zweck dieser Versuche keine grössere Genauigkeit erforderlich war.

bezeichnete, aus der freien, (an dem den Rand von *k* überragenden End- oder Ansatzstücke von *V* befindlichen) Oeffnung herausgetretene Wassermenge gesammelt, so dass einerseits das Verhältniss zwischen *a* und *I* (aussen und innen), und andererseits auch das in dem aus *I* kommenden Wasser enthaltene Kochsalz bestimmt werden konnte. — Eine in der Nähe der Oeffnung *I* befindliche Stellschraube diente dazu, um die aus *I* heraustretende Wassermenge zu reguliren. Bei sehr geringer Druckhöhe[1]) war die aus *I* kommende Wassermenge gewöhnlich schon ohnehin so unbedeutend, dass sie in M_1 gesammelt und daher die regulirende Stellschraube entbehrt werden konnte. Um die in *k* enthaltene Kochsalzlösung möglichst vor der Verdünnung zu schützen, welche durch ihre Mischung mit dem aus den undichten Stellen hinzutretenden Wasser entstehen musste, wurde ein mit Kochsalz gefüllter Sack (*S*) so fixirt, dass er während der ganzen Versuchszeit in den oberen, am meisten der Verdünnung unterworfenen Wasserschichten des Gefässes *k* schwebte.

Mit Hilfe dieser Einrichtung wurden folgende Versuchsröhren zur Aufklärung der oben gestellten Frage angewendet.

I. Die ca. $^1/_2$ Mm. dicke Wandung einer 2 M. langen, spiralig gewundenen Bleiröhre (V_1) wurde an mehreren Stellen mit einer Nadelspitze der Art durchstochen, dass je nach der Druckkraft (dem Communicationsgrade von V_1 mit *R* bei verschiedener Druckhöhe), das Wasser aus den Stichöffnungen bald in feinen Strahlen, bald in kaum merklichen, an der Aussenfläche der Wand herabgleitenden Tröpfchen herausfloss. Das aus der Oeffnung *I* (des den Rand von *k* überragenden, passend gebogenen Endstückes der Bleiröhre, deren Lumen

---

1) Die Druckhöhe wurde gemessen durch den verticalen Abstand zwischen dem höchsten Punkte des freien, das Gefäss *k* überragenden End- oder Ansatzstückes *V* und dem Wasserspiegel im Gefässe *R*.

4 Mm. betrug) ausgetretene Wasser wurde je 15 Minuten auf den Gehalt an NaCl untersucht:

1) Bei einer constanten Druckhöhe von 50 Cm. Wasser. — Im Verlaufe der 8stündigen Versuchsdauer wurde der Ausfluss *I* mehrmals vergrössert (vermittelst der entsprechenden Stellung der Schraube), um dadurch den Ausfluss *a* zu vermindern und den Eintritt der Kochsalzlösung in die Bleiröhre durch die Nadelstichöffnungen hindurch leichter zu machen. Demungeachtet kam im Ausflusse *I* bis zum Ende des Versuches keine Spur von NaCl zum Vorscheine.

Das Verhältniss zwischen den Ausflüssen *I* und *a* während dieses Versuches ist durch folgende Zahlen ausgedrückt:

		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
		Stunde.							
Auf 100 Theile des Gesammtausflusses	*I*	17	19	24	18	33	22	10	18
	a	83	81	76	82	67	78	90	82

Anmerk. Während dieses Versuches waren die Lumenveränderungen im elastischen Ansatzstücke, durch welches die Stellschraube den Ausfluss aus *I* reguliren sollte, so bedeutend, dass, bei derselben Schraubenstellung, aus *I* in den ersten 15 Minuten 230 Ccm., während des letzten Viertels der ersten Stunde nur 90 CCm. herausflossen. Nach einer Erweiterung des Lumens gab *I* in den ersten 15 Minuten 170 CCm., und bei derselben Schraubenstellung kamen nur 64 Ccm. aus *I* im Verlauf des zweiten Viertels der achten Stunde. Erst nach einer neuen Erweiterung von *I* durch abermalige Einstellung der Schraube wurde der Ausfluss aus *I* bis 250 CCm. in jeder der letzten zwei Viertelstunden gesteigert, wobei das Verhältniss zwischen *I* und *a* fast auf das ursprüngliche zurückkehrte.

2) Mit derselben Bleiröhre wurde dasselbe negative Resultat erhalten, als die Ausflüsse *a* und *I* zugleich fortwährend verringert wurden durch allmälige Verminderung der Druckhöhe von 49 auf 6·5 Cm. Die Hauptveränderungen in den Ausflüssen *I* und *a* bei verschiedener Einstellung der Schraube *I* und verschiedener Druckhöhe und das Verhältniss zwischen diesen Ausflüssen ist in folgenden Zahlen ausgedrückt:

		Mittlere Druckhöhe in Cm.		Menge des Ausflusses in CCm. I	a	Auf 100 Theile des Gesammtausflusses $I : a$
1.	15 Minuten	47	1. Einstellung d. Schraube.	420	960	1. Stunde 26:74
4.		37		190	600	
5.		34·5		260	630	
				I weit geöffnet.		
6.		32		470	600	2. bis z. Ende des Versuches 36:64
				I verengert.		
7.		30		320	650	
11.		19		196	430	
				I weit geöffnet.		
12.		18		420	500	
17. 18.		7·5		150	335	

3) Im dritten Versuche mit derselben Bleiröhre V_1 wurde der Ausfluss a auf doppelte Weise verringert: 1) durch Vermehrung des Ausflusses I und 2) durch Verminderung der Druckhöhe und zwar ohne Senkung des Gefässes k, da durch den Ausfluss selbst ein Sinken der Druckhöhe bis zu ca. 7 Mm. bewirkt werden konnte. Der Ausfluss a dauerte noch, obgleich nur sehr schwach fort, als der Ausfluss I bereits aufgehört hatte. — In den letzten Tropfen des Ausflusses I konnte keine Spur von NaCl gefunden werden.

Druckhöhe in Cm.	am Ende der		Menge des Ausflusses in CCm. I	a	Auf 100 Theile des Gesammtausflusses $I : a$
9	1.	10 Minuten	224	180	erste 80 Minuten 53 : 47
5·9	5.		170	140	
			Weite Oeffn. von I.		bis zum Ende des Versuches 35 : 65
5·0	6.		210	160	
0·7	14.		18	90	

II. Ebenso unmöglich war es, die geringste Spur von NaCl in den Ausflüssen aus I nachzuweisen, so lange der Ausfluss a, wenn auch nur sehr schwach, aus den folgenden Versuchsröhren (V_2, V_3 und V_4) fortdauerte.

1) Die Versuchsröhre V_2 bestand aus einem durch zwei

Schlitze in der Längsrichtung undicht gemachten Schilfrohrstücke, dessen Enden mit passend gebogenen Bleirohransatzstücken verbunden wurden, um es am Boden des Gefässes *k* festzuhalten. Die Verbindungsstellen des Schilfrohres mit den Ansatzstücken waren vollkommen dicht geschlossen, so dass der Inhalt der Röhre auch bei der höchsten angewendeten Druckhöhe nur durch die Schlitze im Schilfrohre oder auch durch die Oeffnung *I* austreten konnte. Wie im vorhergehenden Versuch konnte auch hier das Sinken der Druckhöhe durch den Ausfluss allein, ohne Senkung des Gefässes *R* bewirkt werden. Die Ausflussmengen aus *I* und *a* und ihr gegenseitiges Verhältniss bei verschiedener Druckhöhe und Einstellung der Schraube bei *I* sind in folgenden Zahlen angegeben:

Druckhöhe in Cm.	am Ende der 15 Minuten	Menge des Ausflusses in CCm. *I*	Menge des Ausflusses in CCm. *a*	Auf 100 Theile des Gesammtausflusses: *I*	Auf 100 Theile des Gesammtausflusses: *a*
23·8	1.	56	40	58	42
		Weitere Oeffnung von *I* mit gleichzeitiger Herstellung des Lumens im zuleitenden Schlauche *H*, welcher durch Drehung und Biegung stark verengt wurde.			
22·9	2.	290	80	76	42
22·5	3.	110	50		
		Noch weitere Oeffnung v. *I*.			
22·2	4.	90	30	71	29
21·9	5.	95	40		
21·6	6.	80	30		
21·4	7.	60	30		

2) V_2 war eine 10 Cm. lange Röhre aus Tannenholz, deren Wanddicke und Lumendurchmesser je 6 Mm. betrugen. Die beiden Oeffnungen dieser Holzröhre wurden durch Ansatzstücke von Glasrohr, welche in das Lumen der Holzröhre eingeführt wurden, undicht verschlossen. Der Versuch wurde mit wechselnder Druckhöhe ausgeführt, und so lange fortgesetzt, als der Ausfluss *a* (in 15 Minuten) noch eine Menge von 10 CCm. gegeben hatte. Die Druckhöhe wurde im Verlaufe von

je ³/₄ Stunden ziemlich constant erhalten, und dann durch Senkung des Gefässes *R* vermindert:

Druckhöhe in Cm.	Im Verlaufe der 15 Minuten.	Ausflussmenge in CCm. *I*	*a*	Auf 100 Theile des Gesammtausflusses *I* :	*a*
25	1.	84	40	68	32
„	2.	84	40	68	32
„	3.	82	38	68	32
		Weitere Oeffnung von *I* mit gleichzeitiger Verminderung der Druckhöhe.			
15	1.	152	70		
„	2.	134	30	74	26
„	3.	130	30		
6	1.	120	19		
„	2.	72	10	86	14
„	3.	64	10		

Auch hier waren Veränderungen im Lumen der Gummischläuche bemerkbar, welche bei derselben Einstellung der Schraube und derselben Druckhöhe den Ausfluss aus *I* und *a* zugleich verminderten.

3) Mit V_4 wurde eine sehr poröse Drainageröhre aus gebranntem Thon bezeichnet, deren Wanddicke, an verschiedenen Stellen des Umkreises 1—1·2 Cm. betrug. Ausser der Porosität der Wand wurde diese Röhre am oberen Ende durch lockeren Verschluss des hier angebrachten Korkstöpsels undicht gemacht.

Für diese Röhre ist zu bemerken, dass, wie andere Versuche zeigten, die Mischung und Ausgleichung ihres ursprünglich aus destillirtem Wasser bestehenden Inhalts mit einer umgebenden Kochsalzlösung vermittelst und innerhalb der Wandporen auch dann sehr langsam vor sich gehen, wenn Röhreninhalt und äussere Kochsalzlösung unter gleichem Drucke stehen. Andererseits konnte aber die Gegenwart von NaCl unzweifelhaft im Inhalte einer solchen Röhre nachgewiesen werden, wenn die Röhrenwand allein im Gefässe *k* verblieb, und dabei die undicht verschlossene obere Oeffnung sich

ausserhalb der Kochsalzlösung befand.[1]) Als nun dieser Inhalt, nachdem er unter einen geringen Druck (von 4 Cm. Wasserdruck) gebracht wurde, im Verlaufe von 8 Stunden mit der in *k* befindlichen Salzlösung sowohl durch die Wandporen, als auch durch die undicht verschlossene obere Oeffnung ununterbrochen in Berührung blieb, war er bis zum Ende der Versuchszeit vollständig salzfrei. Daraus ist zu ersehen, dass der nach aussen wirkende Druck die Salzmoleküle aus den Poren der Drainageröhre ebenso gut, wie aus undichten Stellen überhaupt verdrängen kann und wirklich verdrängt hat. — Das Verhältniss zwischen den Ausflüssen *I* und *a* blieb während der ganzen Versuchszeit so constant (85 : 15), und die absoluten Zahlen der Ausflussmengen, bei der constanten Druckhöhe von 4 Cm., waren in so geringen Grenzen verändert, dass die im Anfange des Versuches erhaltenen Zahlen auch für jeden späteren gleichen Abschnitt der Versuchszeit vollkommen gelten könnten, wie aus der Vergleichung einiger Zahlenwerthe zu ersehen ist:

	Ausflussmenge in CCm. *I*	Ausflussmenge in CCm. *a*	vom Anfange der	Ausflussmenge in CCm. *I*	Ausflussmenge in CCm. *a*
1. halbe Stunde	520	90	8. halb. Std. bis zum Ende der 11.	2130	360
2. „ „	560	100			
3. „ „ bis 7. in je 30 Min.	530	110	12. bis Ende der 14.	1568	260
			15. u. 16. halbe Std.	1130	180

III. Dagegen zeigt sich Kochsalz im Ausflusse *I* in allen Fällen, in welchen dieser Ausfluss nach einer, wenn auch nur einige Augenblicke dauernden Unterbrechung des Ausflusses *a* erneuert wurde, — mochte diese Unterbrechung durch eine ab-

1) Mit den Röhren aus Schilfrohr und Tannenholz konnte bei dieser Versuchsreihe die Möglichkeit des Eindringens von NaCl durch die unverletzte Wand hindurch weder bejaht noch verneint werden, da bei der Beschaffenheit der Wandungen dieser Röhren für endosmotisches Durchtreten von NaCl eine bedeutend längere Zeit erforderlich wäre.

sichtliche oder zufällige Aufhebung der Communication zwischen V und R oder durch entsprechendes Sinken der Druckhöhe entstehen. — So lange der Ausfluss a, wenn auch nur sehr schwach (bei Druckhöhe über 21 Cm. im Versuche mit dem Schilfrohrstücke (V_2) und bei einer nur einige Mm. betragenden Druckhöhe im Versuche 3 mit der Bleiröhre (V_1) fortdauerte, konnte kein NaCl im Ausflusse I nachgewiesen werden, in welchem es aber sogleich zum Vorschein kam, wenn der Ausfluss a früher zum Stillstande gebracht wurde.

Das Ergebniss dieser Versuche kann also folgendermaassen ausgedrückt werden:

1) Der geringste Druck (von nur einigen Mm. Wasser) verhindert das Eindringen von in Wasser gelösten, bei 0-Druck sehr leicht und bald diffundirenden Stoffen vollständig, wenn der unter Druck stehende Inhalt mit der diese Stoffe enthaltenden Lösung sich vermittelst und innerhalb undichter Stellen berühren, mögen letztere auch sehr klein sein — wie die Nadelstichöffnungen in der Bleiröhre V_1.
2) Ebenso vollständig wird die Diffusion solcher Stoffe durch Druck verhindert, wenn Röhreninhalt und äussere Lösung vermittelst und innerhalb solcher Poren sich berühren, wie die Wandporen der Drainageröhre aus gebranntem Thon (V_4), durch welche, bei Abwesenheit von Druck, NaCl sehr leicht in den Röhreninhalt übergehet.
3) Damit ist aber die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, für das Eindringen solcher Stoffe durch dichte, d. h. unverletzte Stellen von Holzröhren, und zwar durch sehr enge Poren, welche die Endosmose vermitteln und in welchen dieser Process auch unter einem solchen Drucke vor sich geht, welcher das Eindringen der Stoffe durch undichte Stellen, wie überhaupt durch weitere Poren und Lücken hindurch, unmöglich macht.[1])

---

1) Die hierauf bezüglichen Versuche, welche besonders besprochen

4) Bei organisirten Keimen bleibt noch ausserdem die Möglichkeit offen:
   a) ihres Hineinwachsens durch undichte Thonröhren, oder poröse Dichtungen,
   b) durch die Undichtheiten einer Röhre, durch welche Keime auch dem Wasserstrom entgegen einwachsen können.

Leipzig, 5. December 1875.

---

werden müssen, beweisen, dass je enger das Lumen der Pore ist, desto langsamer und zugleich sicherer gelangt durch dieselbe die diffundirende Substanz zu ihrem Lösungsmittel.

Ueber Endosmose von Kochsalzlösung vermittelst starrer und dehnbarer Scheidewände bei gegenwirkendem Drucke.

Von

Dr. Kulischer,
Kais. Russischem Regimentsarzt.

Die Beziehung zwischen Druck und Endosmose einerseits, Endosmose und Filtration andererseits bleibt bis jetzt sehr ungenügend aufgeklärt, und zwar hauptsächlich darum, weil die meisten Forscher die diffundirende Flüssigkeit selbst dem Drucke ausgesetzt haben und weil bei einer solchen Anordnung der Versuche Filtration und Endosmose in einer und derselben Richtung vor sich gehen. Es war fast unmöglich den Gang der Endosmose von dem der Filtration dort zu unterscheiden, wo die durch En- oder Diosmose beförderten Flüssigkeitstheilchen sich immerfort mit der durch Druck beförderten Flüssigkeit mischten, und wo jene und diese zusammen als Filtrat bezeichnet wurden. Aut dieser Zusammenwerfung zweier Vorgänge, deren Wechselwirkung bald für Endosmose günstig, bald aber auch hinderlich werden kann, beruhen zum Theil die widersprechenden Angaben darüber, ob in einer gegebenen Quantität der durch eine Membran durchgegangenen Flüssigkeit die Menge der in letzterer gelösten Substanz zu- oder abnimmt, wenn die Membran längere Zeit dem Drucke ausgesetzt bleibt.

Die wichtigsten diesen Gegenstand betreffenden Specialarbeiten werden weiter unten erwähnt, theils auch näher besprochen werden. Hier soll nur gezeigt werden, wie die Beziehung von Druck zu Filtration und Endosmose in einigen der neuesten Lehrbücher der Physiologie behandelt wird.

Longet (Traité de Physiologie. 3me Édition. Paris 1868. T. I. p. 356 u. ff.) drückt sich darüber wie folgt aus: „La pression, par

l'influence qu'elle exerce sur la transsudation d'un liquide à travers une paroi membraneuse, peut favoriser l'osmose, si elle s'exerce sur le liquide extérieur, ou l'entraver, ou même en changer la direction, si elle s'exerce sur le liquide contenu dans l'osmomètre. Son action vient donc tantôt s'ajouter à celle de l'osmose, tantôt la contrebalancer". Da die Arbeiten, auf welche Longet hinweist, keine Versuche enthalten, welche diese Behauptungen Longet's beweisen könnten, so muss schon hier bemerkt werden, dass gerade der Umstand, dass Endosmose auch bei gegenwirkendem Drucke vermehrt werden kann, die Unabhängigkeit der Endosmose von der Richtung des Druckes beweisen wird.

Eine solche Unabhängigkeit ist aber nur dann möglich, wenn der Druck dabei nicht als solcher unmittelbar betheiligt ist. Letzteres findet wirklich statt, wenn die für Endosmose dienende Scheidewand vom Drucke, den der Röhreninhalt gegen die Wand ausübt, in gewissem Maasse gedehnt wird, da eine solche Dehnung auch durch eine, in einer andern Richtung wirkende Kraft hervorgebracht werden kann.[1])

Ebenso ganz allgemein drückt sich Longet über den Einfluss des Concentrationsunterschiedes aus, welcher bei der theilweisen Ersetzung des salzhaltigen Röhreninhalts durch salzfreies Wasser stattfinden muss. „Parmi les causes qui favorisent l'osmose il faut citer le renouvellement du liquide, vers lequel s'osmose une substance." Nun wird aber weiter unten gezeigt werden, dass die Veränderungen in der Zahl der die Endosmose bewirkenden Poren (der „Saugporen") oder in der Grösse der Saugfläche sich sehr verschieden gestalten können, je nachdem die theilweise Erneuerung des Röhreninhalts durch Filtration oder durch Ausfluss zu Stande kommt.

In jedem dieser Fälle tritt eine Wechselwirkung zwischen Grösse der Saugfläche einerseits und Vermehrung resp. Verminderung des Concentrationsunterschieds andererseits ein, und das Resultat dieser Wechselwirkung kann nicht von einem Factor allein (von der Er-

---

1) K. Vierordt (Wagner's Handwörterb. der Physiologie, Bd. III. Art. „Transsudation und Endosmose." (Braunschweig 1846, S. 645) spricht sich in dieser Beziehung sehr behutsam aus: „Der Einfluss des Druckes auf die Endosmose muss demnach noch genauer nachgewiesen werden. Eine eigenthümliche Schwierigkeit bilden hierbei die Veränderungen, welche die Poren der Blase durch starken Druck ohne Zweifel erleiden." — Nun war es aber geradezu unmöglich, die Veränderungen der porösen Wand durch Versuche zu ermitteln, in denen die Saugfläche sehr klein war und ihre Ausdehnung ausserdem durch besondere Vorrichtungen (d. h. Gitter-Unterlagen) gestört wurde,

neuerung des Röhreninhalts) abhängig gemacht werden. Es wird weiter unten gezeigt werden, dass in manchen Fällen, ungeachtet der Vermehrung des Concentrationsunterschiedes, eine Verminderung der Endosmose dadurch bewirkt wird, dass zu gleicher Zeit die Grösse der Saugfläche sehr bedeutend abnimmt.

L. Hermann (Grundriss der Physiologie des Menschen, V. Aufl. Berlin 1874, S. 80. 81) unterscheidet Filtration von Endosmose durch folgende Kennzeichen:

„Filtration nennt man das Durchtreten einer Flüssigkeit durch die Poren (die gröberen, nicht die wesentlichen physikalischen intermoleculären) eines Körpers, z. B. einer Membran unter dem Einflusse eines Druckes .... Diffusion (genauer hier Hydrodiffusion, Endosmose) ist der Verkehr von Flüssigkeiten durch Membranen hindurch, unabhängig von jedem Druckunterschiede, oft sogar dem hydrostatischen Drucke entgegenwirkend ... Die Endosmose geschieht ferner um so schneller, je grösser jene Anziehung des sich lösenden Körpers zu dem jenseits der Membran befindlichen Lösungsmittel), je kleiner die Molecüle der (durch die Membran diffundirenden) Substanz und je grösser die Poren der Membran sind."

Man findet auch hier keine Angabe darüber, in welchen Fällen Endosmose sich mit wachsender Filtration vergrössern kann, wenn die Diffusion in einer dem Drucke entgegengesetzten Richtung, und wenn zugleich Vermehrung des Concentrationsunterschiedes durch Filtration oder Ausfluss stattfindet. — Aus der weitern Erörterung wird aber höchst wahrscheinlich werden, dass durch jede Scheidewand, ob sie starr oder dehnbar sei, Filtration und Endosmose sich gegenseitig stützen und fördern können bis zu einer gewissen Grenze, jenseits welcher die Filtration nur in dehnbaren Membranen und dann wiederum nur auf Kosten der Endosmose, oder auch umgekehrt, die Endosmose auf Kosten der Filtration vermehrt werden kann. In jedem Falle steht aber die Endosmose in einer ganz bestimmten Beziehung zu der durch Druck hervorgerufenen Dehnung, wenn die Scheidewand dehnbar, und wahrscheinlich auch zu der Quellung der Scheidewände zwischen den Poren, wenn die den Austausch der Flüssigkeiten vermittelnde Scheidewand starr bleibt.

C. Eckhard[1]), welcher bei Druck eine Abnahme der gelösten Substanz und der durchgetretenen Flüssigkeitsmenge festgestellt hat nnd diese Abnahme gegenüber Liebig, Wistingshausen und Schmidt behauptet, hat schon die Nothwendigkeit eingesehen, Filtration

1) Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Bd. I. Giessen 1858. S. 111—112.

von Endosmose auch bei jener Versuchsanordnung, welche er mit den genannten Autoren befolgte und bei welcher Endosmose nur in der Richtung des Druckes stattfinden konnte, von einander zu sondern. Jedem Druck, der auf einer frischen, sich nicht theilweise in der durchdringenden Flüssigkeit lösenden filtrirenden Membran lastet, entspricht, bei gleichbleibender Temperatur, eine bestimmte, in der Zeiteinheit durchfiltrirende Flüssigkeitsmenge. Diese wird aber erst mit der Zeit hergestellt, indem vom Beginne der Filtration an die Menge nach und nach abnimmt, um sich jenem Werthe zu nähern. Die Ursache dieser Erscheinung muss bis jetzt ganz allgemein in dem fortwirkenden Drucke gesucht werden. . . . . Annehmbar scheint mir in dieser Beziehung die Vorstellung zu sein, dass dieselbe Membran neben ihren der Filtration[1]) dienenden Poren Räume (oder wie man sie sonst nennen will) besitzt, die der Filtration gar nicht oder nur in untergeordnetem Maasse dienen, welche sich durch den anhaltenden Druck erweitern und dadurch die Lumina der sie umgebenden filtrirenden Porencanäle allmälig verringern.“ — In demselben Aufsatze (S. 138) äussert sich dieser Autor noch deutlicher: „Es ist in neuerer Zeit, besonders von Fick, hervorgehoben worden, dass die in einer thierischen Membran vorhandenen Poren verschiedener Ordnung seien — neben den capillaren Spalten die letzten Molecularinterstitien, und dass demgemäss das Phänomen der Hydrodiffusion durch dieselbe eine Mischung zweier, verschiedenen Gesetzen folgender Vorgänge sei, mit der Ueberwiegung des einen oder

1) Mit welcher die Endosmose Hand in Hand gehen musste. Die Verringerung dieser Porencanäle bei der Erweiterung der Räume müsste also mit der Endosmose auch die Filtration vermindern. Was sollte dann durch die erweiterten Räume durchgepresst werden, wenn diese Räume nicht, zum Theil wenigstens, die durch Verengerung geschlossenen Poren ersetzen könnten?

des andern, je nach dem Vorherrschen der einen oder andern Porengruppe."

Viel klarer wird die Auffassung Eckhard's in einem spätern Aufsatze[1]) ausgesprochen, in welchem Versuche erwähnt werden, in denen Filtration von Endosmose geschieden werden konnte, weil letztere in einer dem Drucke entgegengesetzten Richtung vor sich ging. In dieser spätern Arbeit (S. 87) stellt dieser Autor folgende Behauptung auf: „Ob es wohl einen Druck giebt, welcher die Endosmose gänzlich aufzuheben vermag? — ich glaube kaum. Die Membran wird eher reissen, als ein solcher Druck erreicht wird. Als ich am Ende der vorigen Versuche durch das Pericardium destillirtes Wasser bei einem Drucke von 500 Mm. Quecksilber presste und während dieser Zeit eine concentrirte Kochsalzlösung unter jene stellte, konnte ich nach wenigen Minuten dieselbe schon im durchzupressenden Wasser nachweisen." — S. 89 heisst es: „Die Grösse des Salzstromes ist vom Drucke innerhalb ziemlich weiter Grenzen unabhängig.[2]) Sehr hohe Drucke vermindern die endosmotischen Strömungen; wahrscheinlich aber existirt kein Druck, der sie gänzlich aufzuheben vermag."

---

1) „Der gegenwärtige experimentelle Thatbestand der Lehre von der Hydrodiffusion durch thierische Membranen." Poggendorff's Annalen, Bd. 128 (1866) S. 61—100.

2) In dem oben citirten Aufsatze (Beitr. zur Anatom. u. Physiol. Bd. I. S. 108) sagt derselbe Autor: „Wenn diese Erfahrungen auch der Annahme nicht günstig sind, dass durch die zunehmende Imbibition während der Filtration die Abnahme der durchfiltrirten Menge geschehe, so sind sie doch nicht fähig, eine Entscheidung herbeizuführen, insofern die Annahme nicht zurückzuweisen ist, dass einer jeden besonderen moleculären Anordnung der Theile einer Membran auch eine besondere Imbibition entspricht ... so dass die bei einem gewissen Drucke oder bestimmten gegebenen Verhältnissen stattgefundene Sättigung nicht für einen anderen Druck und andere Verhältnisse gilt". — Wie diese verschiedenen Sättigungsgrade der Membran unter verschiedenem Drucke stattfinden können bei einer „in ziemlich weiten Grenzen vom Drucke unabhängigen Grösse des Salzstromes" wird sich aus der weiteren Erörterung herausstellen. Beide Behauptungen sind richtig, und der Widerspruch zwischen denselben ist nur ein scheinbarer.

Erst später wird es möglich sein zu erklären, warum die endosmotischen Strömungen in dehnbaren Membranen nur vermindert, aber nicht vollständig verhindert werden können. Vor Allem muss aber berücksichtigt werden, dass auch bei starren Scheidewänden die Endosmose durch Druck sehr leicht vermindert, aber kaum vernichtet werden kann. Worauf beruht diese Beschränkung der Endosmose durch poröse und starre Scheidewände hindurch schon bei sehr geringem, ihr entgegenwirkenden Drucke, dessen weitere Steigerung bis zu einem sehr hohen Grade fast ohne Einfluss bleibt? Unzweifelhaft liegt der Grund dieser Erscheinung in der Verschiedenheit der Saugporen, in ihrer verschiedenen Widerstandsfähigkeit in Bezug auf Druck. Die Möglichkeit einer solchen verschiedengradigen Widerstandsfähigkeit hat Eckhard noch im J. 1866 vorausgesehen. Nachdem dieser Forscher die Unhaltbarkeit der Merkmale gezeigt hat, durch welche Fick Porendiffusion von der eigentlichen Endosmose zu scheiden suchte, spricht Eckhard folgende Vermuthung aus:[1]) „Vielleicht kann dazu das Verhalten gegen den Druck dienen, unter dem man die Diffusion sich vollziehen lässt, indem möglicherweise wenn man in einem Thoncylinder befindliches Wasser unter einen einigermaassen hohen Druck setzt, von der Salzlösung, die man einer solchen Thonzelle zur Diffusion gegenüber gestellt hat, gar Nichts zum Wasser übergeht, während für thierische Membranen dies höchst wahrscheinlich durch gar keinen Druck verhütet werden kann. Doch darüber haben neue Versuche zu entscheiden."

Versuche, welche mich zu einer gleichen Auffassung gebracht und von der Richtigkeit dieser Vermuthung überzeugt haben, wurden von mir meistentheils vor der Bekanntschaft mit der eben citirten Arbeit Eckhard's, theils aber auch später ausgeführt. Aus diesen Versuchen, welche ursprünglich von Prof. Franz Hofmann veranlasst und mit einer von ihm getroffenen Einrichtung angestellt waren,[2]) hat sich als cha-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. 128. S. 95, 96.

2) Der Zweck jener Versuche war zu bestimmen, ob Stoffe durch

rakteristische Eigenschaft für die der Endosmose dienenden Poren ihre Fähigkeit herausgestellt, irgend einem, wenn auch nur sehr geringen entgegenwirkenden Drucke Widerstand zu leisten. Solche Poren werden künftighin als „Saugporen" bezeichnet und dadurch von den weiteren Oeffnungen und Löchern (Lücken) unterschieden werden, welche auch beim geringsten Drucke nur in der Richtung des letztern Flüssigkeit durchlassen, und welche daher bei der weiteren Besprechung „Filtrirporen" genannt werden sollen. Man sieht also, dass ausser dem physikalisch-chemischen Momente der Anziehung des sich lösenden Körpers zu dem jenseits der Scheidewand befindlichen Lösungsmittel[1]) und zur Substanz der Scheidewand selbst noch ein rein mechanisches Moment, d. h. das Lumen der Pore, für Endosmose von wesentlicher Bedeutung und zum chemischen Momente in einem gesetzlichen Verhältnisse sein muss. Nur bei einem gewissen Lumen behält die Pore ihre Saugkraft. Wird sie zu eng, so hört sie auf, überhaupt irgend welche lösliche Stoffe aufzunehmen und dem Lösungsmittel zuzuführen. Wird sie aber zu weit, so büsst sie ihre Fähigkeit ein, dem Drucke Widerstand zu leisten. Im ersten Falle wird die Pore für die diffundirenden Stoffe impermeabel, im letzten geht sie in eine Filtrirpore über, wobei sie in beiden Fällen die ihr eigenthümliche Saugkraft verliert und daher aufhört „Saugpore" zu sein. Das in den Porencanal eingedrungene Molecül gelangt zum Lösungsmittel zwar langsamer, aber um desto sicherer, je mehr es in diesem Canale vor Druck geschützt bleibt.

Was die untere Grenze des Lumens (das „zu eng") anbetrifft, so ist es höchst wahrscheinlich, dass für alle Körper (Scheidewände), welche in Flüssigkeit gelöste Stoffe durchtreten lassen, die allgemeine Regel gelten müsse, welche M. Traube

---

undichte Stellen hindurch in Röhren, resp. Wasserleitungen eindringen können, wenn der Inhalt der Röhren sich unter Druck befindet (s. oben S. 668).

1) In allen hier besprochenen Versuchen: die Anziehung zwischen Kochsalz und destillirtem Wasser.

für seine „Niederschlagsmembranen" gefunden hat. In dem hier unten citirten Aufsatze (S. 147) stellt dieser Autor den Grundsatz auf: „dass die endosmotischen Eigenschaften der Niederschlagsmembranen bedingt sind durch die Grösse der Interstitien. Die „Niederschlagsmembranen" sind impermeabel nicht nur für ihre „Membranbildner", sondern überhaupt für alle Körper, deren Molecül grösser ist, als die Interstitien der Membran, mithin auch für alle diejenigen Körper, deren Molecül grösser ist, als das kleinere „membranogene" Molecül." Damit hat Traube auch den Einfluss des Druckes und der durch denselben hervorgerufenen Dehnung, insofern sie Endosmose begünstigt, klar bezeichnet.[1])

Für die obere Grenze (das „zu weit") des Lumens einer „Saugpore" wird wahrscheinlich ihr Verhalten zu Druck das einzig sichere Kennzeichen bleiben. Zugleich wird auch damit die Grenze bezeichnet werden, jenseits welcher in einer dehnbaren Scheidewand die durch Druck (wie auch durch Temperatur?) hervorgebrachte Dehnung anfängt der Endosmose, statt dieselbe zu fördern, immer mehr und mehr hinderlich zu werden, und zwar dann, wenn die Dehnung der Scheidewand so weit fortgeschritten ist, dass die Zahl der bei Erweiterung der Saugporen neuentstandenen „Filtrirporen" über die Zahl der in gleicher Zeit durch Erweiterung der zu eng gewesenen Interstitien entstandenen „Saugporen" das Uebergewicht gewinnt, so dass schliesslich die Saugfläche, im Vergleiche mit der früheren, kleiner geworden ist.

---

1) Dies Archiv, 1867, S. 87 ff., S. 129 ff. – Die Stoffe, bei deren Begegnung künstliche Zellen (zur Endosmose fähige geschlossene Räume) oder „Niederschlagsmembranen" (membranae praecipitatae) entstehen, nennt Traube „Membranbildner". — A. a. O. S. 110 äussert sich dieser Autor wie folgt: „Sobald aber durch den Druck des sich endosmotisch vergrössernden Zelleninhalts die Molecüle der Membran so weit von einander entfernt, werden, dass ihre Interstitien die Molecüle der „Membranbildner" durchlassen, so müssen diese offenbar sofort von Neuem in Wechselwirkung treten und eine Neubildung von Membranmolecülen veranlassen, die sich zwischen die bereits vorhandenen einlagern."

Schon daraus ist zu ersehen, wie verwickelt die Verhältnisse für Endosmose in einer dehnbaren Scheidewand werden können, wenn letztere längere Zeit einem verschiedengradigen Drucke, und folglich auch einer verschiedengradigen Dehnung ausgesetzt bleibt. Aus den nachstehenden Versuchen wird sich aber erweisen, dass, wie schon aus der oben citirten Aeusserung Eckhard's gefolgert werden könnte, jedem Dehnungsgrade eine bestimmte Zahl von Saugporen, und folglich auch eine in der Zeiteinheit bestimmte Menge der aufgenommenen Salztheilchen entspricht.[1]) Wie wird sich nun bei einem gegebenen Dehnungsgrade die Endosmose zur Filtration verhalten? Sinkt die Endosmose mit der Vermehrung der Filtration, oder giebt es auch Fälle, in welchen Filtration und Endosmose zugleich vermehrt werden? — Mit andern Worten, da mit wachsendem Drucke die Filtration fortwährend zunimmt, so müssten dabei die endosmotischen Ströme immer schwächer werden, wenn die Zahl der Saugporen (oder die Aufnahme durch eine gegebene Zahl) nicht in gleichem Grade, wie die Filtration, wachsen könnte. Dass die endosmotischen Ströme nicht schwächer werden, hat Eckhard sehr deutlich, auf Grund seiner Versuche, festgestellt. In dem oben citirten Aufsatze (Poggendorff's Annal. Bd. 128 S. 87) sagt dieser Autor: „Als Resultat führe ich an, dass erst bei verhältnissmässig hohen Drucken die endosmotischen Ströme sich merkbar verringern. Bei dünnern Membranen, als das Pericardium, wird sich die Sache wahrscheinlich nicht wesentlich anders verhalten, da zwar die durch Druck durch die Membran beförderten Flüssigkeitsmengen zunehmen, aber auch in entsprechender Weise die endosmotischen Ströme wachsen werden." Aus den nachstehenden Versuchen (mit der Röhre aus Pergamentpapier) wird aber höchst wahrscheinlich, dass

1) Die Zahl der Saugporen oder die Grösse der Saugfläche muss bei einer dehnbaren Membran hauptsächlich ihren Sättigungsgrad bedingen. Letzterer muss also insofern vom Drucke abhängen, in wiefern durch Druck die Membran gedehnt und bei dieser Dehnung die Saugfläche vermehrt oder vermindert, resp. auch unverändert bleiben kann.

auch in anderen dehnbaren Membranen die Endosmose mit der durch Druck hervorgebrachten Dehnung auf doppelte Weise zunehmen kann:

1., durch gleichzeitige Vermehrung der Saugporen, welche, bis zu einer gewissen Grenze der Dehnung, bis zu einem gewissen Dehnungsgrade, an Zahl mehr, als die Filtrirporen, zunehmen können.

2., Kann die Filtration, auch bei gegenwirkendem Drucke, ungeachtet der Verdünnung der äusseren Kochsalzlösung, durch Vermehrung des Concentrationunterschiedes (bei Ersetzung eines Theiles des salzhaltigen Röhreninhalts durch salzfreies Wasser) die Endosmose unterstützen.[1])

Erst wenn die Dehnung, bei sehr hohem Drucke, zu gleicher Zeit die äussere Lösung durch Filtration sehr bedeutend verdünnt und die Zahl der Filtrirporen auf Kosten der Saugporen so weit vermehrt, dass die Saugfläche merklich kleiner wird und mit salzarmer Flüssigkeit in Berührung bleibt, — erst dann tritt das Stadium ein, in welchem die Filtrationszunahme eine Abnahme der Endosmose bedingt. Da aber auch in diesem Stadium noch einige, wahrscheinlich erst bei dem letzten Dehnungsgrade neu enstandene Saugporen die Endosmose vermitteln, so kann, wie schon Eckhard bemerkt hat, in solchen Membranen die Endosmose kaum durch irgend einen Druck vollständig vernichtet werden.

Mit dieser Erörterung stimmen die Ergebnisse des Tab. 1. A. Bei gleicher Concentration der äusseren Kochsalzlösung erreicht die Endosmose ihren grössten Werth bei einer, dem Drucke von 75 Cm. Wasserdruck entsprechenden Dehnung der Wand einer ca. 16 Cm. langen Röhre aus Pergamentpapier, welche im gefüllten Zustande ein Wasservolum von ungefähr 160 CCm. fasste.[4]) Den zweitgrössten endosmotischen Werth gab der

1) Vergl. Ludwig: Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. Aufl. 1858. Besonders S. 83—84.)

2) Bei einer andern Länge der Röhre müsste der für Endosmose günstigste Dehnungsgrad der Röhrenwand einer ganz anderen Druck-

Röhreninhalt beim Dehnungsgrade von 150 Cm. Wasserdruck, bei welchem die Filtration beinahe $^1/_3$ des Röhreninhalts betrug und durch Vermehrung des Concentrationsunterschiedes zwischen äusserer Kochsalzlösung und Röhreninhalt die Endosmose noch bedeutend befördern konnte. Diesem letzten Dehnungsgrade folgt aber schon das Stadium, wo die Endosmose mit Steigerung des Druckes abzunehmen anfängt. Bei 1·9 bis 2 M. Wasserdruck ist die in der Zeiteinheit aufgenommene Salzmenge nicht grösser, als sie bei einem, dem Drucke von 30—50 Cm. Wasser entsprechenden Dehnungsgrade war. Bei 3 M. Wasserdruck ist die Abnahme, bei der mächtig zugenommenen Filtration, schon so gross, dass im Verlaufe von 8 Stunden (Tab. 1. A. Fall X.) der Röhreninhalt einen solchen Sättigungsgrad darbot, wie der Ausfluss in den Fällen XVIII und XIX der Tab. 1. 13, in welchen die in einer viel kürzeren Zeit (in 15 Minuten) aufgenommene Salzmenge bedeutend grösser (im F. XVIII beinahe 2 Mal so gross) war, als im F. X der Tab. 1. A. Noch complicirter wird die Wechselwirkung zwischen Grösse der Saugfläche einerseits und Concentrationsunterschied anderseits, wenn die Vermehrung des letzteren nicht mit der Filtration, welche mit Erhöhung des Druckes wachsen muss, sondern mit dem von der Druckhöhe ganz unabhängigen, und ausserdem die äussere Kochsalzlösung keinesweges verdünnenden Ausflusse aus der freien Oeffnung der Röhre im Zusammenhange steht. Durch eine derartige Vermehrung des Concentrationsunterschiedes wird der endosmotische Werth (die in der Zeiteinheit aufgenomme Salzmenge) sehr bedeutend gesteigert, und man könnte vielleicht geneigt sein, die Vergrösserung des endosmotischen Werthes dem Umstande zuzuschreiben, dass der gegen die Wand wirkende Druck mit Vermehrung des Ausflusses kleiner wird und der Endosmose einen geringeren Widerstand darbietet. Die Irrthümlichkeit einer solchen Auffassung ist aber sehr leicht aus der Vergleichung der Fälle der Kategorie B. mit denen der Kategorie A. (Tab. 1) und dieser letzteren mit einander zu ersehen.

---

höhe entsprechen, selbst wenn die Röhre aus demselben Material verfertigt sein würde.

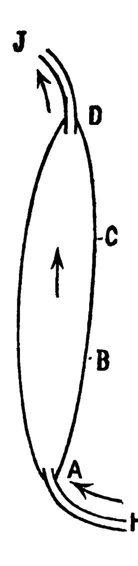
Wäre der gegen die Wand wirkende Druck als solcher unmittelbar für die Endosmose von Bedeutung, so dürfte letztere in den Fällen der Kategorie A. in dem Maasse abnehmen, in welchem der Druck zunimmt. Filtration und Endosmose dürften dann zu einander in umgekehrtem Verhältnisse stehen — was in den Fällen der Kategorie A. nicht ausgesprochen ist.[1]) Ausserdem zeigen aber die Fälle der Kategorie B einerseits eine fast vollständige Unabhängigkeit von der Druckhöhe in sehr weiten Grenzen, und, andererseits, eine sehr auffallende Abhängigkeit von dem Dehnungsgrade der Röhrenwand, mit welchem, bei dehnbaren Scheidewänden (wie schon oben bemerkt wurde) die Grösse der Saugfläche und der Sättigungsgrad der Röhrenwand (die Zahl der Saugporen, welche Salzmolecüle beherbergen) im engsten Zusammenhange stehen müssen. Bei Vergleichung dieser Fälle mit einander sieht man erstens, dass bei gleicher Ausflussmenge (250 CCm. in 15 Min.) der Sättigungsgrad in so engen Grenzen schwankt, dass man einen Einfluss der Druckhöhe geradezu ausschliessen darf. Erst bei der Druckhöhe von beinahe 2 M. wird eine Verminderung im Sättigungsgrade des Ausflusses bemerkbar. Zweitens sind aber in dieser Kategorie einige Fälle verzeichnet, in denen, bei constantem Sättigungsgrade des Ausflusses, die von der Röhrenwand in der Zeiteinheit aufgenommene Salzmenge gerade dort geringer, wo der Ausfluss grösser und folglich der Druck gegen die Wand kleiner war. Hierher gehören die Fälle XXIX, XXX und XXX und ganz besonders die Fälle XXII und XXII a.

Für die Beurtheilung dieser Fälle muss vorerst bemerkt werden, dass in der zu den Versuchen dienenden Röhre aus Pergamentpapier der Sättigungsgrad des Ausflusses erst dann constant werden konnte, wenn der dem Ausfluss gleiche

---

1) Die Vergleichung dieser Versuche mit denen, wo Endosmose nur in der Richtung des Druckes stattfinden konnte, beweist, dass auch die Richtung des Druckes für die Endosmose keine wesentliche Bedeutung hat, und dass folglich der Einfluss des Druckes bis zu einer gewissen Grenze nur in Dehnung der Membran bestehen müsse.

Zufluss in jeder gegebenen Zeiteinheit eine gewisse, dem mittleren Sättigungsgrade des Röhreninhaltes entsprechende Salzmenge aufzunehmen anfing, welche bei derselben Ausflussgeschwindigkeit, für die weitere Versuchsdauer unverändert bleiben musste.



Denkt man sich diese Röhre in drei Theile (AB, BC, CD) von gleichem Flächenraume getheilt, so sieht man dass diese 3 Abschnitte nur in den ersten Secunden (oder Theilen einer Secunde) gleiche Salzmengen aufnehmen werden. Die oberen Schichten des Abschnittes DC werden noch im Anfange etwas stärker, als die entsprechenden Schichten des Abschnittes BC, saugen können, und zwar so lange, bis sie mit dem im Ansatzstücke DJ befindlichen destillirten Wasser in Berührung bleiben und das aufgenommene Salz diesem letzteren abgeben können. Da aber der Inhalt dieses Ansatzstückes sich desto schneller mit Salz sättigt, je grösser die Concentration im Abschnitte DC ist und je schneller die oberen Schichten eines Abschnittes zu der Ausflussöffnung J gelangen, so sieht man auch (in den Fällen I—X der Kategorie 13), dass schon am Ende der ersten 15 Minuten der Sättigungsgrad des Ausflusses dem mittleren Sättigungsgrade des übrigen Röhreninhaltes gleich werden kann. Man sieht aber zugleich, (F. XI—XIX), dass bei geringer Ausflussgeschwindigkeit die Mischung so langsam vor sich geht, dass selbst nach 4, 6 und 12 Viertelstunden (F. XI, XVIII und XIX) der Sättigungsgrad des Ausflusses sich noch unter dem mittleren Sättigungsgrade des übrigen Röhreninhalts befinden und folglich nicht constant sein konnte.

Aus der Vergleichung dieser 19 Fälle mit einander und mit den Fällen der Kategorie A (in denen der Röhreninhalt nur durch Filtration theilweise erneuert werden konnte) sieht man ausserdem, dass

1) bei gleicher Ausflussgeschwindigkeit die Salzaufnahme in der ersten Versuchszeit grösser ist, als nach dem Constantwerden der Salzmengen, welche vom Zuflusse aufgenommen und mit dem Ausflusse weggeführt werden.
2) Dass zwischen Aufnahme und Abgabe (wie auch zwischen Saugfläche und Concentrationsunterschied in den Schichten des Röhreninhalts) eine derartige Wechselwirkung besteht, dass mit der Erleichterung der Abgabe auch durch dieselbe Saugfläche die Aufnahme eine grössere wird.

Wenn man nach diesen Vorbemerkungen die oben erwähnten Fälle mit einander vergleicht, und zwar der Art, dass man die in der Zeiteinheit weggeführte Salzmenge in jedem Falle mit der in der Röhre zurückgebliebenen addirt, und die entsprechenden Summen mit E, E_1 und E_2, die Ausflussmenge 250 mit b und den ihr entsprechenden Sättigungsgrad (Procentgehalt) mit p berechnet, so bekommt man für die Fälle:

$$\text{XXXIII} \ldots E = \frac{a+b}{100} p$$

$$\text{XXX} \ldots\ldots E_1 = \frac{a+2b}{100} \cdot p_1$$

$$\text{XXX} \ldots\ldots E_2 = \frac{a+3b}{100} \cdot p_2$$

Daraus folgt, dass, wenn man $\frac{a}{100} \cdot p$ (den Procentgehalt des Ausflusses multiplicirt auf den in 100 dividirten Röhreninhalt oder den mittleren Salzgehalt des letztern nach dem Sättigungsgrade des Ausflusses berechnet) mit M bezeichnet

$$E \text{ grösser war als } \begin{cases} E_1 \text{ um } ^1/_2 \text{ M.} \\ E_2 \text{ um } ^2/_3 \text{ M.} \end{cases}$$

Mit Vermehrung des Druckes gegen die Röhrenwand — Vermehrung der Druckröhre bei Verringerung des Ausflusses — wurde die Saugfläche grösser, wie dieses aus folgender Betrachtung klar werden soll.

Wenn nämlich in diesen Fällen, nach einer gleichen Abgabe an die ausgeflossene Wassermenge, der mittlere Röhreninhalt im F. XXXIII 2 Mal so stark gesättigt blieb, als im F. XXX und 3 Mal — als im F. XXIX, so dass die

Sättigungsgrade des nach der Zeiteinheit zurückgebliebenen Röhreninhalts sich zu einander wie die Sättigungsgrade des Ausflusses, und folglich umgekehrt wie die Ausflussgeschwindigkeiten verhielten, während sie bei gleicher Ausflussgeschwindigkeit beinahe gleich sein dürften, so muss diese Verminderung für die Fälle XXX und XXIX einer in derselben Zeiteinheit verminderten Salzaufnahme aus der äusseren Kochsalzlösung, d. h. einem geringern Sättigungsgrade der Röhrenwand zugeschrieben werden. Da nun einerseits der Druck gegen die Röhrenwand mit der Ausflussgeschwindigkeit ab-, der Concentrationsunterschied aber (zwischen Röhreninhalt und äusserer Kochsalzlösung) mit Vermehrung des Ausflusses zunehmen musste, so kann diese Verminderung der Aufnahme nicht mit einer Vermehrung des Druckes gegen die Wand und Verminderung des Concentrationsunterschiedes in Zusammenhang gebracht werden. Es bleibt aber nur die einzige Möglichkeit: die Verminderung der Aufnahme einer Verkleinerung der Saugfläche zuzuschreiben. Mit anderen Worten: es musste die Röhrenwand, welche bei einem geringeren Ausflusse bis zu einem gewissen Grade gedehnt war, bei einer Verdoppelung und Verdreifachung des Ausflusses so weit zusammenfallen, dass dabei eine grosse Zahl der „Saugporen" unsaugfähig wurde. Mit dieser Verminderung der Zahl der Saugporen wurde auch der Sättigungsgrad der Röhrenwand so gering, dass in jeder gegebenen Zeiteinheit die Aufnahme für die Fälle XXX und XXIX der im F. XXXIII nur einer viel schnelleren Abgabe gleich werden konnte, und mit der Verminderung der Abgabe — beim Stillstande des Ausflusses und des ihm gleichen Zuflusses — sofort geringer werden musste.

Da aber in diesen 3 Fällen während des Ausflusses selbst dieselbe Salzmenge aufgenommen wurde, so könnte man geneigt sein, für alle 3 Fälle eine gleiche Saugfläche anzunehmen und den Unterschied nur in der Vertheilung der von dieser Fläche gelieferten Salzmenge auf eine 2 Mal und 3 Mal so grossen Menge des zugeflossenen

Wassers zu suchen. Diese Annahme kann aber für den Fall XXII und XXIIa. keineswegs gelten, da in diesen Fällen mit der Vermehrung des Ausflusses auf ungefähr das 2fache die in der Zeiteinheit weggeführte Salzmenge absolut weniger wird. Diese auffallende Verminderung der Aufnahme kann, bei der stattgefundenen Vermehrung des Concentrationsunterschiedes mit Verringerung des Druckes gegen die Wand, nur einer Verminderung des Sättigungsgrades der Röhrenwand, (welcher, bei einer solchen Röhre, nur von der Zahl der Saugporen oder von der Grösse der Saugfläche abhängen kann) zugeschrieben werden.

Damit scheint mir die Wechselwirkung zwischen Aufnahme und Abgabe, auch bei dehnbaren Scheidewänden, der Art aufgefasst werden zu müssen, dass die Erleichterung der Abgabe (die Vermehrung des Concentrationsunterschiedes bei Vermehrung des Zu- und Abflusses) nur bis zu einer gewissen Grenze die Aufnahme erleichtert. Jenseits dieser Grenze tritt, mit weiterer Vermehrung des Ausflusses eine solche Abspannung der Röhrenwand und damit verbundene Verkleinerung der Saugfläche ein, dass von nun an die Sättigung der Röhrenwand (die von ihren Poren in der Zeiteinheit aufgenommene und beherbergte Menge der Salzmolecüle) so weit geringer wird, dass das durchströmende Wasser nur kleinere Salzmengen erhalten und sich daher viel schwächer sättigen kann.[1])

Ist diese Auffassung richtig, so muss der nachtheilige Einfluss der Abspannung (auf die Salzaufnahme) mit dem ihr vorangegangenen Dehnungsgrade der Wand im Zusammenhange bleiben. Darauf scheinen auch die Fälle V und X der Kat. B hinzuweisen, in denen die Salzaufnahme in der ersten Versuchszeit sehr gross, und zwar dort am grössten war (F. X), wo durch eine bedeutende Abspannung der Wand noch eine Vermehrung der Saugfläche (beim Ueber-

1) Vergl. W. Wundt, „Physiologie d. Menschen. Erlangen 1873, S. 83—93; bes. S. 90 über den Einfluss der Enge und Weite (und folglich auch der Verengerung) der Poren für Endosmose von Alkalien und Salzen.

gange von Filtrirporen in Saugporen) hervorgebracht werden konnte, und wo daher die Abspannung viel grösser werden müsste, um eine Verkleinerung der Saugfläche zu bewirken.[1])

Aus dem Gesagten muss also für dünne und in weiten Grenzen dehnbare Scheidewände gefolgert werden:

1) Dass die Endosmose bei gegenwirkendem Drucke überhaupt, von der durch Druck hervorgerufenen Dehnung der Röhrenwand abhängen müsste.

2) Jedem Dehnungsgrade, und folglich auch jeder Ausflussmenge bei gegebener Druckkraft (Druckhöhe) entspricht eine bestimmte Saugfläche und folglieh auch ein gewisser Sättigungsgrad der Röhrenwand.

3) Die Grenze, jenseits welcher die Abspannung der Röhrenwand anfängt, die Endosmose durch Verkleinerung der Saugfläche zu beeinträchtigen, ist für verschiedene Dehnungsgrade sehr verschieden, und tritt bei einer geringeren Druckhöhe viel früher ein, als bei grösseren Druckhöhen. Bei letztern muss der Ausfluss sehr gross werden, um eine merkliche Verminderung der Saugfläche zu bewirken, da, nach hochgradiger Dehnunng der Röhrenwand, eine gewisse Abspannung die Saugfläche auch noch vermehren kann.

4) In solchen Röhren kann erstens die Endosmose mit der Filtration zugleich bis zu einer gewissen Grenze wachsen, wenn

a) die Zahl der neu entstehenden Saugporen die Saugfläche mehr vermehrt, als letztere durch den Uebergang von Saugporen in Filtrirporen vermindert wird;

b) wenn durch Vermehrung des Concentrationsunterschiedes mit wachsender Filtration die Aufnahme mehr erleichtert, als sie durch Verkleinerung der Saugfläche und Verdünnung der äusseren Lösung abgeschwächt wird.

---

1) Im F. X wurde folglich durch Vermehrung der Ausflussgeschwindigkeit eine Vergrösserung der Saugfläche einerseits und andererseits eine Vergrösserung des Concentrationsunterschiedes erzielt, wobei die Endosmose bedeutend begünstigt werden musste.

5) Eine solche Wechselwirkung, wie zwischen Endosmose und Filtration, findet auch auf Endosmose und Ausflussgeschwindigkeit statt, nur mit dem Unterschiede, dass:

a) die äussere Lösung durch den Ausfluss nicht verdünnt, und

b) die Verminderung der Saugfläche, statt durch Dehnung, durch Abspannung bewirkt wird.

6) Die Abwechselung der Ausflussgeschwindigkeit muss daher für jeden Dehnungsgrad von wesentlichem Einflusse auf die Endosmose werden.[1])

7) Bei gewissen Dehnungsgraden kann aber die durch Vermehrung des Ausflusses hervorgerufene Abspannung und Verkleinerung der Saugfläche durch eine entsprechende Beschleunigung der Aufnahme, in Folge der Vermehrung des Concentrationsunterschiedes, ersetzt und ausgeglichen werden.

In der zu den Versuchen verwendeten Röhre aus Pergamentpapier scheint eine solche Ausgleichung am meisten beim Dehnungsgrade, welcher der Druckhöhe 1·25 Cm. Wasser entsprochen hat, stattgefunden zu haben. Da alle hier besprochenen Erscheinungen nur Folgen einer Grunderscheinung sind, dass nämlich die Pore nur bei einem gewissen Lumen, dessen Grenzen oben angegeben sind, am saugfähigsten ist, so war es wahrscheinlich, auch in starren Röhren ein bestimmtes Verhalten der Endosmose zur Filtration einerseits, zu Quellung und Druck andererseits zu finden. Die in zwei Hollunderholzröhren gefundenen Ergebnisse sind in Tab. 2 verzeichnet.

Beide Röhren hatten ungefähr dieselbe Wanddicke (ca. 2½ Mm.) und bei gleicher Länge (16¼ Cm.) und gleichem Lumen (3 Cm.) fassten sie ein gleiches Wasservolum (115 CCm.). Jede dieser Röhren wurde mit einer möglichst gleichem Flächenraume entsprechenden Blechschachtel umgeben, welche fast die ganze Länge der Röhre (13¼

1) Daher musste der normale Gang der Endosmose gestört werden, wenn bei Abnahme der Proben die Oeffnung des freien Ansatzstückes (*l*) vermittelst der Schraube erweitert wurde. Durch die Beschleunigung des Aus-, resp. Zuflusses wurde der Röhreninhalt verdünnt, die Saugfähigkeit der Röhrenwand wiederum vermehrt und der Salzgehalt des Ausflusses blieb länger unconstant. (Vergl. F. XII, XIII, XIV und XVI mit F. XXI (a, b).

Cm.) einnahm, deren beide Enden (ca. 1 Cm. auf jeder Seite) aus der Schachtel frei herausragten und später mit einer Kittmasse (aus Colophonium und Harz) gedichtet wurden.

Mit diesen Röhren wurden die Versuche im Verlaufe von 16 Tagen der Art fortgesetzt, dass die Röhre selbst zu einer bestimmten Zeit (ca. 11½ h. v. Mitt.) mit destillirtem Wasser, und bald darauf die Blechschachtel mit 1000 CCm. gesättigter Kochsalzlösung gefüllt wurde, so dass der ganze von der Schachtel umschlossene Theil des Flächenraumes von allen Seiten mit Salzlösung umgeben war, und ausserdem der darüber liegende leere Raum der Schachtel noch über 300 CCm. Flüssigkeit fassen konnte. Nachdem Röhreninhalt und Kochsalzlösung im Verlaufe von 22 Stunden vermittelst der Röhrenwand sich austauschen konnten, wurde am darauf folgenden Morgen (ca. 9½ h. v. Mitt.) früher die Schachtel und bald darauf die Röhre geleert, um aus dem Sättigungsgrade (Procentgehalte) des Röhreninhalts die Veränderungen zu bestimmen, welche während dieser Versuchszeit (der betreffenden 22 Stunden) in der Sättigung der Röhrenwand stattgefunden haben. Bis zum 10. Tage bediente ich mich einer Salzlösung, welche 2 Stunden vor dem Eingiessen in die Blechschachtel so weit mit Kochsalz gesättigt wurde, dass bis zum Eingiessen auf dem Boden des die Lösung enthaltenden Gefässes deutliche Salzkrystalle vorhanden waren. Vom 11ten Tage an wurde für alle übrigen Tage eine Salzlösung gebraucht, welche früher mit NaCl gesättigt wurde. Dass aber auch dabei die Concentration der Lösung keine gleichmässige blieb, bewiesen die Ablagerungen von Kochsalz auf der äusseren Fläche der Blechschachtel. Das aus der Lösung, besonders bei niedriger Temperatur, ausgeschiedene NaCl drängte sich nämlich durch alle Löthungsstellen zur Oberfläche hindurch.

Für die Sättigung der Röhrenwand konnten die Verschiedenheiten in der Concentration der äusseren Kochsalzlösung, besonders bei der während der Versuchszeit sehr veränderlichen Zimmertemperatur, nicht ohne Einfluss bleiben. Ausserdem musste aber noch die Röhre selbst vor ihrer Füllung mit destillirtem Wasser mit letzterem ausgespült werden, um dem Röhreninhalte des folgenden Tages kein im vorhergehenden Tage aufgenommenes NaCl beizumischen. Vom 11. Tage an begnügte ich mich mit einer wiederholten Ausspülung vermittelst eines durchströmenden Wasserstromes, welche so lange fortgesetzt wurde, bis das aus der Röhre herausfliessende Wasser keine qualitativ merklichen Spuren von Kochsalz mehr enthielt. In den früheren Versuchstagen blieb dagegen das auswaschende Wasser eine längere Zeit (½—¾ Stunden) mit der Innenfläche der Röhrenwand in Berührung, und diese Auslaugung der innersten Schichten der Wand liess sich dann am darauffolgenden Tage (wie z. B. am 6. und 11.) dadurch bemerken, dass der Sättigungsgrad des Röhreninhalts geringer ausfiel, als er sein durfte (s. unten).

Der Sättigungsgrad des Röhreninhalts wurde für diese ganze Versuchszeit durch eine und dieselbe — und zwar durch eine Normal-Lösung von $AgONO_5$ bestimmt; 1 CCm. dieser Lösung sättigt 5·85 Mgr. NaCl, und der Procentgehalt des letztern kann folglich sehr leicht durch Multiplicirung der für 10 CCm. des Röhreninhalts erforderlichen Zahl der CCm. der Normallösung auf 58·5 $(=\frac{117}{2})$ erhalten werden. — Ebensoleicht konnte die in der Zeiteinheit (22 Stunden) von der ganzen Röhrenfläche dem Röhreninhalt abgegebene Salzmenge berechnet werden, wenn die für 10 CCm. des Röhreninhalts erforderliche Zahl der Normallösung-CCm. auf 5·85 und das erhaltene Product auf das in 10 dividirte Wasservolum der Röhre multiplicirt wird. — Diese Berechnungen könnten aber keineswegs das Verhältniss von Druck zur Endosmose und Filtration so klar darstellen, wie die aus der Titrirung unmittelbar erhaltenen Werthe, welche ausserdem besonders geeignet sind, die Beziehung zwischen den bei Endosmose betheiligten chemischen und mechanischen Momenten unzweifelhaft zu beweisen. Aus diesem Grunde wurden in der Tab. 2 auch nur diese Werthe allein angegeben und dabei die in der Blechschachtel beobachtete Zu- und Abnahme berücksichtigt, um von *Filtration und Endosmose* einen *annähernden* Begriff zu erhalten.

Die Vergleichung der in Tab. 2 verzeichneten Werthe giebt vom Gange der Endosmose in jeder der beiden Röhren folgende Vorstellung:

1) Unter sonst gleichen Umständen (0 oder überhaupt gleichem Druck) vermehrt sich die in der Zeiteinheit aufgenommene Salzmenge mit der *Sättigung der Wand*, welche ihrerseits abhängt

a) Von der Concentration der äussern Kochsalzlösung;

b) von der Temperatur;

c) von der Zeitdauer (Zahl der Zeiteinheiten), während welcher die Röhrenwand mit der äusseren Kochsalzlösung in Berührung blieb. Wahrscheinlich vermehrt sich aber die Sättigung der Wand auch

d) in Folge der Quellung der zwischen den Poren gelegenen Scheidewände und in Folge der damit verbundenen Verengerung der Poren. Zu dieser letztern Annahme führt folgende Betrachtung.

2) Unter 0 oder überhaupt gleichem Druck ist die Aufnahme (in den Röhreninhalt und folglich auch in die Röhrenwand) dort eine grössere, wo die Filtration ursprünglich geringer

war (in No. 2) und ausserdem vermindert sich in jeder Röhre die Filtration in dem Maasse, in welchem der endosmotische Werth (mit der Sättigung der Wand) steigt.

3) Nach Erreichung einer gewissen Grenze bleiben Sättigungsgrad der Röhrenwand und Aufnahme in den Röhreninhalt ebenso constant, wie die einem gewissen, und zwar in sehr weiten Grenzen veränderlichen Drucke entsprechende Filtration. Jenseits dieser Grenze (im Sättigungsgrade der Wand) werden daher die Einflüsse der Temperatur wie der Concentration der äusseren Lösung viel ausgeprägter, als während der früheren Versuchszeit; im Verlaufe der letzteren konnte die wachsende Sättigung der Wand auch bei geringer Temperatur und geringerem Concentrationsgrade der äusseren Lösung eine absolut grössere Aufnahme von Kochsalz in den Röhreninhalt bedingen, wodurch der beeinträchtigende Einfluss der Temperatur- und Concentrationserniedrigung undeutlich, zum Theil auch ganz verwischt werden konnte. Für die Röhre No. 2 musste also der höchste Sättigungsgrad der Wand schon am 12. Versuchstage, in welchem der endosmotische Werth bei 0 Druck am grössten war, erreicht worden sein; für die No. 1 durfte der Sättigungsgrad der Wand seiner höchsten Grenze schon am 16. Tage sehr nahe sein.

4) Die Wechselwirkung zwischen den erwähnten, für Endosmose günstigen und hinderlichen Einflüssen ist bei starren Röhren noch ausgeprägter, als bei dehnbaren, in welchen die Dehnung für Endosmose die Hauptrolle spielt. Für die Röhre No. 1 wächst die Endosmose bis zum letzten Versuchstage mit dem Filtrationswiderstande. Dagegen sieht man bei No. 2 am 14. Tage (wohl in Folge der Temperaturerniedrigung) eine geringere Aufnahme, ungeachtet dass die Filtrationsmenge an diesem Tage nicht grösser sein konnte, als am 12.

5) Die Wirkung des Druckes vermindert die Salzaufnahme in den Röhreninhalt, kann aber diese Aufnahme nicht ganz verhindern, selbst bei einem Drucke, welcher 12 Mal so gross war, als der zur Verminderung der Aufnahme genügend gewesene Druck. Höchst wahrscheinlich wächst aber auch in starren Röhren der Widerstand, den die Pore

dem Drucke leisten kann, mit ihrer Verengerung durch die wachsende Quellung. Diese Wahrscheinlichkeit beruht auf folgender Betrachtung.

Man kann die für die Röhre No. 2 am 2. und 6. Tage erhaltenen Werthe (3·0 und 3·8) in solche zerlegen, welche aus der auch bei Druck erhaltenen Zahl 8 (oder einem Multiplicate dieser Zahl) und der beim Einflusse von Druck ausbleibenden Zahl (22) bestehen. Verfährt man auf diese Weise, so lässt sich noch der am 11. Tage erhaltene Werth (9·2 oder, nach entsprechender Correctur 9·6) als ein Multiplicat von 8 darstellen, aus welchem die Zahl 22 ganz ausgeschlossen werden kann. Dagegen dürfte die am 13. und 15. Tage erhaltene Zahl 22·8 (= 6 × 3·8) mehr als Beweis dafür gelten, dass einem Drucke von 1·0—0·5 auch solche Poren widerstehen konnten, welche ursprünglich einem Drucke von 1·8 weichen mussten und durch welche hindurch später auch bei diesem Drucke (1·8) Salzmolecüle in den Röhreninhalt aufgenommen wurden. Dieselbe Betrachtung gilt auch für die Röhre No. 1, wenn man die für dieselbe erhaltenen Zahlenwerthe in solche zerlegt, welche aus 3 und 13 (oder aus Multiplicaten derselben) bestehen, so dass die kleinere (den ursprünglich engeren Poren entsprechende? (Zahl auch bei einem solchen Drucke zum Vorschein kommt, bei welchem die grössere (den weiteren Poren entsprechende?) ursprünglich zum Verschwinden gebracht wurde.

5) Da jedesmal nach Aufhebung des Druckes der endosmotische Werth nicht dem ursprünglichen gleich bleibt, sondern in einem gewissen Verhältnisse wächst, so sieht man daraus, dass der für die Aufnahme in den Röhreninhalt hinderliche Druck die Sättigung der Röhrenwand keineswegs in so hohem Maasse stören und beeinträchtigen kann. Die Gegenwirkung, mit welcher Druck die Endosmose vermindert, beschränkt sich also nur auf die innerste, dem Röhreninhalte anliegende Wandschicht. Die Salzmolecüle werden auch aus den weiteren Poren nicht heraus-, sondern nur auf eine gewisse Strecke zurückgedrängt, so dass sie mit dem Röhreninhalte so lange nicht in Berührung kommen

können , wie der angewendete Druck fort besteht. Hört dieser letztere aber auf, so haben diese Molecüle nicht den ganzen Weg der Wanddicke, sondern nur die Strecke, auf welche sie zurückgedrängt wurden, wiederum zu machen, um mit dem Röhreninhalte in Berührung zu kommen und mit ihm vermischt zu werden. Dass diese Strecke im Vergleich mit der Dicke der Röhrenwände (ca. $2^1/_2$ Mm.) äusserst klein sein muss, konnte schon aus den Versuchen mit der Röhre aus Pergamentpapier geschlossen werden, da, bei einem gewissen Lumen der Poren, die Salzmolecüle auch von einem sehr hohen Drucke aus einer so dünnen Wand, wie die der Pergamentpapierröhre, nicht entfernt und zurückgedrängt werden können.

Es ergiebt sich aus allen diesen Versuchen, dass in starren wie in dehnbaren Scheidewänden die Aufnahme von Salzmolecülen in den Röhreninhalt überhaupt durch solche Lücken (Poren, Interstitien) zu Stande kommen muss, welche so enge sind, dass das in die Pore eingedrungene Molecül in dieser Lücke vor Druck geschützt und gesichert bleibt, und sich daher ungestört in der Richtung bewegen kann, in welcher es von lösenden Mitteln angezogen wird. Darin besteht das Verhältniss des mechanischen Momentes (des Lumens der Pore) zum chemischen Momente der Endosmose (zur Anziehung zwischen dem diffundirenden Stoff und dem Lösungsmittel). In diesem Sinne, scheint mir, dürften die Angaben, welche bisher in den Lehrbüchern der Physik und Physiologie über Endosmose vorhanden sind, berichtigt und ergänzt werden.

Mit dieser Auffassung scheint mir auch die vom Prof. Pfeffer[1]) gegebene Mittheilung im Einklang zu sein, nach welcher nicht nur bei hohem Druck Endosmose in entgegengesetzter Richtung stattfinden, sondern dieser Druck selbst durch die stattgefundene Endosmose in sehr

1) Tageblatt der 48. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Gratz, 1875. S. 69: „Ueber die Entstehung hoher hydrostatischer Druckkräfte in Pflanzenzellen."

hohem Grade wachsen kann. Mit Verengerung der Molecularzwischenräume steigt nämlich der Filtrationswiderstand und mit diesem der Druck, welcher auf endosmotischem Wege zu Stande kommt. . . . . Der Filtrationswiderstand ist eine complexe, von mehreren Variabeln abhängige Grösse; mit jenem ändert sich aber der hydrostatische Druck; er sinkt z. B. wenn durch Erwärmung die Molecularzwischenräume sich erweitern." Damit ist aber noch keineswegs ausgesprochen, dass mit Verminderung des Filtrationswiderstandes bei Erhöhung der Temperatur auch die Endosmose vermindert werden müsste, da schon die durch Temperaturerhöhung hervorgebrachte Dehnung eine solche Wechselwirkung zwischen Filtration- und Saugfläche bedingen könnte, bei welcher beide bis zu einer gewissen Grenze zu gleicher Zeit zunehmen. Ausserdem wird aber bei der Temperaturerhöhung auch das chemische Moment der Endosmose (die Anziehung des diffundirenden Stoffes zu seinem Lösungsmittel) verstärkt und die Endosmose auch aus diesem Grunde wachsen können.

Was den Einfluss der Dehnung für Endosmose in dehnbaren Scheidewänden betrifft, so findet man schon bei W. Schmidt[1]) eine Andeutung davon, dass die Temperaturerhöhung, ganz so wie Druck, bis zu einer gewissen Grenze die Endosmose begünstigt, jenseits dieser Grenze aber auch die Aufsaugung und Ueberführung der diffundirenden Stoffe zum Lösungsmittel beeinträchtigen kann (a. a. O. S. 373. 374). — Nachdem nämlich Schmidt festgestellt hat, dass unter sonst gleichen Umständen *r* (Verhältniss des Procentgehaltes des

1) Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie. Bd. 114. 1861. S. 337 ff. — Vergl. auch C. Voit und J. Bauer (Ztschr. für Biologie. Bd. V. bes. S. 559—570). — Osw. Naumann, Dissertat. inauguralis „Von der Durchgängigkeit der Membranen für Leberthran in Vergleichung mit anderen Fetten." Lipsiae 1858. Derselbe im Arch. d. Heilkde. von Wagner, 1865, S. 536. und in diesem Archiv, 1871, S. 41. — W. Schumacher, „Die Diffusion in ihrer Beziehung zur Pflanze." 1861. — Niewerth, Apotheker, Dissert. inaugur. „Ueber Diosmose." 1875.

Filtrates zu der filtrirenden Lösung) kleiner ist bei geringerem Drucke" giebt dieser Autor von der Temperaturerhöhung an: „Vor Allem zeigt sich durchgängig, dass bei höherer Temperatur die Filtrationsgeschwindigkeit grösser, aber der relative Procentgehalt des Filtrates kleiner wurde. Es scheint also, dass dieser Autor mit Temperaturerhöhung einen solchen Dehnungsgrad erreicht habe, bei welchem die Filtrirfläche über die Saugfläche die Oberhand gewonnen hätte; leider ist aber dieses Verhältniss in Schmidt's Versuchen auch für ihn selbst unklar geblieben (a. a. O. S 385). „Die Menge von Gummilösung, welche neben den wässerigen Schichten die Canäle der Membran erfüllt hängt in erster Instanz nicht vom Drucke ab.[1]) Allein mit wachsendem Drucke vergrössert sich entweder das Volumen der eingedrungenen Lösung, oder, (was mir jedoch weniger wahrscheinlich scheint), es vergrössert sich die Ausflussgeschwindigkeit der Lösungsschichten in rascherem Verhältniss, als die der wässerigen." (Mit anderen Worten: mit steigender Filtration kann die Endosmose vermehrt, später aber auch vermindert werden).

Becquerel[2]) will den Einfluss von Druck auf Endosmose dadurch beweisen, dass der Austausch und Umsatz der Säuren von salpetersaurem Kalk und schwefelsaurem Natron bedeutend grösser wird, wenn die erstere dieser Salzlösungen sich unter einem gewissen Drucke befindet. Aber gerade der Umstand, dass dieser Umtausch geringer wird, wenn demselben Drucke die Lösung von NaO,SO_3 ausgesetzt bleibt, spricht vielmehr dafür, dass der Druck in diesem Falle keine wesentliche Rolle spielt, und dass überhaupt der Strom vom salpetersauren Kalk zum schwefelsauren Natron stärker ist, als in entgegengesetzter Richtung. Von grösserer Bedeutung für die Beziehung des mechanischen zum chemischen Elemente

---

1) Wohl aber von der durch Druck hervorgerufenen Dehnung der Membran!

2) Comptes rendus de l'Académie des Sciences. T. 75, p. 50 ff. Ausführlicher handelt Becquerel darüber in seinem unlängst erschienenen Werke: „Des forces physico-chimiques et de leur intervention dans la production des phénomènes naturels" Paris 1875. S. 180—185.

der Endosmose, — besonders für das verschiedene Verhalten der „Saugporen" gegen Druck, — werden vielleicht die von Becquerel (a. a. O. 184. 185) citirten Angaben M. Guerout's über das Lumen der endosmotischen Poren sein können.

Die Ergebnisse der hier besprochenen Versuche können in folgenden Sätzen resumirt werden:

Der endosmotische Werth, (die Menge der in der Zeiteinheit durch die poröse Scheidewand zum Lösungsmittel hindurchgetretenen diffundirenden Substanz) hängt vor Allem ab von der Grösse der Anziehung (endosmotische Kraft M. Traube's) zwischen diffundirender Substanz und ihrem Lösungsmittel. Für einen gegebenen Zeitraum wird diese Kraft, bei unveränderter Scheidewand, zwischen denselben sich anziehenden Körpern, (d. h. wenn auch die Adhaesion der diffundirenden Substanz und des Lösungsmittels zu der porösen Scheidewand unverändert bleibt), bestimmt werden müssen: durch den in jeder gegebenen Zeiteinheit vorhanden gewesenen Concentrationsunterschied zwischen den sich berührenden Schichten der Scheidewand und des Lösungsmittels. Daraus folgt, dass die Wechselwirkung zwischen Endosmose und Filtration, besonders aber zwischen Endosmose und Ausflussgeschwindigkeit sich verschieden gestalten muss, je nachdem die Röhrenwand dick und starr, oder dünn und dehnbar ist.

A. In starren Röhren muss sich der endosmotische Werth ändern:

1) mit der Sättigung der Röhrenwand, da bei einem höhern Sättigungsgrade die Salzmolecüle dem Lösungsmittel immer näher bleiben und auf einander schneller nachfolgen, (die weggeführten Salzmolecüle schneller ersetzen können), als bei einem niedrigeren Sättigungsgrade.

2) Wahrscheinlich vermehrt sich der endosmotische Werth auch mit der Verengerung einer gewissen Zahl der Porencanäle in Folge der Quellung ihrer Zwischenwände, da diese Canäle dann, auch bei einem grösseren,

der Endosmose entgegenwirkenden Drucke letzterem Widerstand leisten, d. h. die in ihnen befindlichen Salzmolecüle mit dem Lösungsmittel in nächster Berührung erhalten können.

B. In starren, wie in dehnbaren Scheidewänden muss der endosmotische Werth wachsen mit der Erneuerung des Röhreninhaltes, und zwar dann mehr, wenn ein Theil des salzhaltigen Röhreninhaltes durch salzfreies Wasser ersetzt wird, ohne dabei die Concentration der äusseren Lösung zu vermindern. In starren Röhren muss daher die Erneuerung des Röhreninhalts durch Ausfluss für Endosmose immer günstiger sein, als die Erneuerung bei Filtration, da bei letzterer ein Theil der äusseren Lösung mit salzarmem Wasser gemischt und die äussere Lösung (besonders in Bezug zu der äusseren Fläche der Röhrenwand) verdünnt werden muss.

C. Ungünstiger für Endosmose kann die Erneuerung des Röhreninhaltes durch Ausfluss nur in dünnen und dehnbaren Scheidewänden werden. Bei einer zu grossen Steigerung des Ausflusses (Vermehrung der Stromgeschwindigkeit auf Kosten des Seitendruckes) spannt sich die Wand so stark ab, dass bei ihrem Zusammenfallen eine gewisse Zahl von Saugporen sich schliesen muss, wodurch die Saugfläche sehr bedeutend verkleinert werden kann. — Andererseits kann aber auch durch Abspannung der Wand die Saugfläche noch vergrössert werden, wenn der vorausgegangene Dehnungsgrad sehr bedeutend war, so dass bei der Abspannung mehr Filtrirporen in Saugporen übergehen, als die Zahl der letzteren durch das Zusammenfallen der Wand vermindert wird.

Da die Abwechselung des Ausflusses, (die Aenderung der Stromgeschwindigkeit) in diesen Röhren die Saugfläche, je nach dem vorausgegangenen Dehnungsgrade, bald vergrössern bald aber auch verkleinern kann, und da andererseits der Sättigungsgrad der Röhrenwand fast ausschliesslich nur von der Zahl der Saugporen abhängt, welche, nachdem sie ihren Salzgehalt abgegeben haben, sich augenblicklich

wiederum mit Salzmolecülen sättigen, so kann der endosmotische Werth erstens bei sehr verschiedenen Dehnungsgraden mit gleichzeitiger entsprechender Aenderung des Ausflusses unverändert bleiben. Jenseits einer gewissen Grenze muss aber der endosmotische Werth bei gegenwirkendem Drucke sinken.

a) Wenn mit steigendem Druck die Saugfläche so klein wird, dass, bei gleichzeitiger Verdünnung der äusseren Lösung, der Röhreninhalt sehr wenig Salzmolecüle erhalten kann;

b) wenn mit abnehmender Spannung der Röhrenwand die Saugfläche so verringert wird, dass, ungeachtet der fortwährenden Vergrösserung des Concentrationsunterschiedes zwischen Röhreninhalt und äusserer Lösung, letztere der Röhrenwand nur sehr wenige Salzmolecüle übergeben kann, — weil nur eine sehr geringe Zahl von aufnahmsfähigen Poren geblieben ist.

Aus dieser Wechselwirkung zwischen Grösse der Saugfläche und Stromgeschwindigkeit in dehnbaren und dünnen Röhren dürfte der Schluss gezogen werden, wenn man den Austausch zwischen Gewebsflüssigkeit und Inhalt der Capillargefässe als Resultat gleichzeitig stattfindender Filtration und Endosmose auffassen wollte,

1) dass bei normaler Spannung der Gefässwandungen, und folglich bei normaler Stromgeschwindigkeit, der Dehnungsgrad der Gefässwand mehr für Filtration als für Endosmose berechnet ist, da

2) erst nach einer bedeutenden Abspannung der Wand und ihrem Zusammenfallen (bei Verminderung der Herzthätigkeit und bei entsprechender Verminderung der Blutmasse — überhaupt bei Blutleere nach profuser oder lange dauernder Blutung) der Strom in der Richtung aus den Geweben zu dem Gefässlumen bedeutend zunimmt.

3) Dass auch bei verschiedener Stromgeschwindigkeit, und folglich verschiedenem Dehnungsgrade der Gefässwand, in ziemlich weiten Grenzen, das Verhältniss zwischen Filtration und Endosmose unverändert und der Austausch zwischen Gefässinhalt und Gewebsflüssigkeiten beinahe gleich bleiben kann.

Für die Unterstützung, welche mir bei der Untersuchung von Hrn. Prof. Hofmann und seinem Assistenten, Hrn. Dr. Flügge, und beim Aufsuchen der Literatur auch von Hrn. Prof. Winter und Hrn. Dr. Berger zu Theil geworden ist, spreche ich meinen innigsten Dank aus.

Tab. 1. Gang der Endosmose von Kochsalz durch eine Röhre aus Pergamentpapier, welche am Anfange jedes Versuches mit destillirtem Wasser gefüllt wurde.

A. Aufnahme von NaCl in den Fällen, wo die Oeffnung *I* (die freie Oeffnung des mit der Röhre verbundenen Ansatzstückes aus Glasrohr) geschlossen blieb, und der Röhreninhalt nur durch Filtration erneuert werden konnte.

No. der Versuche.	Concentration (Gramme NaCl in 100 CCm.)		Druckhöhe der Wassersäule in Metern.	Dauer des Versuchs in Viertel-Stunden	Annähernde Filtrationsmenge in der Viertelstunde.	Salzgehalt der Röhre (Gramme NaCl) nach ihr. mittl. Wasservolum (160 CCm.)	
	der äussern Lösung	des Röhreninhalts					
					CCm.		
I.	16·85	1·60	0·25	1		2·56	Die Concentration der äussern Lösung wurde für die mehrere Stunden dauernden Versuche (VI – X) als mittlere zwischen der am Anfange und am Ende des Versuches beobachteten angenommen.
II.	„	1·60	0·50	„	10	2·56	
III.	„	2·18	0·75	„		3·30	
			1·00		17		
IV.	„	1·75	1·50	„		2·7	
			1·60		50		
V.	„	1·60	1·90	„	70	2·56	
VI.	5·60	3·52	0·50	32		5·63	
VII.	7·36	7·36	0·75	24		11·77	
VIII.	„	4·16	1·00	„		6·85	
IX.	„	5·92	1·50	„		9·47	
X.	5·60	0·96	3·00	32 [1]		1·54	

1) Die Filtration war bei dieser Druckhöhe so enorm, dass das zur annähernden Bestimmung der Filtration untergestellte Gefäss (d. h. zur Aufnahme der Wassermenge, welche in dem vor dem Versuche mit Salzlösung voll gefüllten Gefässe eine der Filtrationsmenge gleiche Ueberströmung über den Gefässrand verursachen musste) mehrere Male geleert wurde. — Ungeachtet dessen, dass auf dem Boden des die Salzlösung enthaltenden Gefässes noch Salzkrystalle vorhanden waren, und dass in den oberen Schichten dieser Lösung ein mit Kochsalz gefüllter Sack schwebte, um diese Lösung möglichst vor Verdünnung zu schützen, sank die Concentration in den mit dem durchfiltrirten Salzwasser in Berührung gewesenen mittleren Schichten von 7·36 auf 5·6 Gr. in 100 CCm. — Mit diesem letzteren Concentrationsgrade wurde der Versuch VI (bei Druckhöhe 0·50 CCm. Wasserdruck) von Neuem angefangen.

Tab. 1. B. Aufnahme von Kochsalz in derselben Röhre aus Pergamentpapier bei verschiedener Ausflussgeschwindigkeit aus der freien Oeffnung (*I*) des oberen Ansatzstückes aus Glasrohr.

No. des Versuches.	Druckhöhe der Wassersäule in Theilen des Meters.	Dauer des Ausflusses in Viertelstunden.	Ausflussgeschwindigkeit (d. h. Menge des Ausflusses in ¼ Std.)	Zahl der Gramme von NaCl in 100 CCm.		Verhältniss zwischen d Sättigungsgrad. d. Ausflusses u. Röhreninhalts.	Die in der Zeiteinheit (15 Min.) aufgenommene Salzmenge (Zahl der Gramme)		
				des Ausflusses	des Röhreninhalts		Im Ausflusse weggeführt	Im Röhreninhalte zurückgeblieben	Im Ganzen aufgenommen
			CCm.						
I.	0·30	1	20	0·21	2·85	7:93	0·04	4·56	4·60
II.	0·50	„	40	0·60	3·12	16:84	0·24	4·99	5·23
III.	1·00	„	110	1·47	2·07	41:59	1·62	3·31	4·93
IV.	0·30	„	120	1·56	2·31 (2·34)	40:60	1·87	3·69	5·56
V.	0·75	„	250	1·56	1·56	50:50	3·90	2·49	6·39
VI.	0·30	„	410	0·66	1·26	34:66	2·70	2·01	4·71
VII.	0·75	„	470	0·57	1·53	38:62	2·68	2·44	5·12
VIII.	0·30	„	530	0·75	0·78	49:51	3·97	1·24	5·21
IX.	1·25	„	„	0·69	0·69	50:50	3·65	1·10	4·75
X.	1·50	„	860	0·72	0·72	50:50	6·19	1·15	7·34
XI.	0·35	4	65	1·56	2·52	38:62	1·01	4·03	5·04
XII.	1·25	„	110	1·17	1·56	43:57	1·28	2·49	3·77
XIII.	1·50	„	140	1·05	1·44	42:58	1·47	2·30	3·77
XIV.	0·75	„	250	0·84	1·17	39:61	2·10	1·86	3·96
XV.	1·00	„	300	0·78	1·11 (1·17)	41:59	2·34	1·76	4·10
XVI.	1·50	„	400	0·48	0·66	42:58	1·92	1·06	2·98
XVII.	1·00	„	425	0·63	0·63	50:50	2·66	1·00	3·66
XVIII.	1·25	6	43	0·96	1·56	38:62	0·41	2·49	2·90
XIX.	„	12	5	0·96	1·56	„	0·05 (0·048)	2·49	2·54

Die Beobachtungen dieser Abtheilung sind nach der Zeitdauer des Versuches und dann nach der Menge des Ausflusses in der Zeiteinheit (nach der Ausflussgeschwindigkeit) geordnet. Für die Fälle dieser Abtheilung, wie für die Kategorie A., wurde der Salzgehalt des Röhreninhalts unmittelbar, nachdem die Oeffnung geschlossen und die Röhre mit ihren Ansatzstücken aus dem die Salzlösung enthaltenden Gefässe möglichst schnell entfernt wurde, in dem geleerten Röhreninhalte bestimmt. — Da nach Aufhebung des Druckes das in der Röhre enthaltene Salz auch in der Richtung zum unteren Ansatzstücke diffundiren und sich mit dem darin enthaltenen Wasser mischen konnte, so musste die Concentration des Röhreninhalts dadurch verringert werden. In manchen Fällen war diese Verdünnung des Röhreninhalts dadurch bemerkbar geworden, dass der beobachtete Procentgehalt kleiner ausfiel, als der des Ausflusses.

XX.	0·25	4	250	0·91	—	—	2·27
XXI.	0·30	1	110	1·56	—	—	1·71
a)	„	2	200	1·23	—	—	2·46
b)	„	9	220	1·21	—	—	2·68
XXII.	„	7	85	2·27 (2·34)	—	—	1·93 (1·99)
a)	„	3	200	0·78	—	—	1·56
XXIII.	„	6	450	0·49	—	—	2·20
XXIV.	0·50	4	250	0·85	—	—	2·12
XXV.	0·75	„	230	0·91	—	—	2·09
XXVI.	„	„	250	0·91	—	—	2·27
XXVII.	1·00	„	„	0·92	—	—	2·30
XXVIII.	„	3	240	0·85	—	—	2·04
XXIX.	„	4	750	0·27	—	—	2·02
XXX.	1·25	„	475	0·4 (0·3978)	—	—	1·90
XXXI.	„	„	240	0·91	—	—	2·18
XXXII.	1·50	„	190	0·83	—	—	1·53
XXXIII.	„	„	250	0·81	—	—	2·02
XXXIV.	1·90	„	300	0·58	—	—	1·74
XXXV.	„	„	220	0·76	—	—	1·67

Für die Fälle dieser Abtheilung, welche nach den Druckhöhen geordnet sind, ist zu bemerken: 1) Der Sättigungsgrad des Ausflusses blieb constant für die angegebene Versuchsdauer in den Fällen XXII und XXII a.[1]), XXIII, XXIX, XXX und XXXIII, so dass der Procentgehalt des Ausflusses in allen diesen Fällen dem mittleren Sättigungsgrade des Röhreninhaltes, wenn dieser Sättigungsgrad als Procentgehalt ausgedrückt wäre, gleich sein musste. — In allen diesen Fällen kann also der Salzgehalt des zurückgebliebenen Röhreninhalts nach dem beobachteten Sättigungsgrade des Ausflusses berechnet werden. So z. B. musste im F. XXIII der Salzgehalt des zurückgebliebenen Röhreninhalts am Ende jeder 15 Minuten der Versuchsdauer, und folglich auch am Ende des Versuches, 0·78 Gr. betragen, und daher die in der Zeiteinheit aufgenommene Salzmenge der des F. XVI genau gleichen. 2) Im F. XXI (a, b) ist die mittlere Concentration des Ausflusses angegeben, da in jedem Versuchsabschnitte die Ausflussgeschwindigkeit geändert wurde. — 3) In allen übrigen Fällen schwankt der Procentgehalt für die gleiche Ausflussgeschwindigkeit (ca. 250 CCm. in 15 Minuten) zwischen 0·91 und 0·81 Gr., wenn die Druckhöhe zwischen 0·25 und 1·50 M. schwankt. 4) Für diese Ausflussmenge wird aber der Sättigungsgrad schon etwas vermindert bei der Druckhöhe 1·90 M. (Vergl. F. XXXV mit XXXIII und XXII a).

[1]) Die Bezeichnung mit derselben römischen Ziffer wurde für diejenigen Fälle angenommen, in denen, bei unveränderter Druckhöhe nur die Ausflussgeschwindigkeit, und zwar ohne Unterbrechung des Versuches, verändert wurde.

[illegible] und N. 2 [illegible] Röhren von Hollunderholz.[1])

In gleichen Zeiträumen (ca. 22 Stunden) wurde von 10 CCm. des Röhreninhalts eine Menge NaCl. aufgenommen, welche durch die hier angegebenen Mengen (in CCm.) der Normallösung von AgO,NO_5 gesättigt wurde.

No. 1. Ordnung der Versuchstage.	Stand des Manomet. in CCm.	CCm. der Lösung AgO,NO_5.	Entleertes Volum in CCm.	Ausser den 1000 eingegoss. CCm. wurde in der umgebenden Schachtel gefunden
1.	0	1·5—1·6		230—240
2.	1·8	0·2—0·3		
3.	0	1·6		
4.	0	2·6		
5.	0	4·2	115	
6.	3·6	0·6	115	+ 230
7.	3·6	0·4	110	+ 200
8.	5·4	0·6	110	+ 190
9.	7·2	0·9	110	+150—160
10.	0	8·8	110	− 20
11.	0	36·3 (37·2)	110	− 10
12.	3·6	5·6 (5·4)	115	+ 50
13.	0	32·4	110	− 10
14.	1·0	10·8	115	+ 20
15.	0	34·2	110	− 15
16.	0	42 (41·4)		

Nach Beendigung dieser Versuche wurde die Röhre (nach der Entleerung ihres Inhalts und nach Entleerung der Schachtel von der Kochsalzlösung) soweit ausgespült, dass im Röhreninhalte, nachdem sie wieder mit destillirtem Wasser gefüllt wurde, kein NaCl nachgewiesen werden konnte. Dieser Inhalt wurde sofort, unter einem ca. 3 M. hohen Wasserdrucke (22 Cm. Hydr.), in Berührung mit der Röhrenwand gelassen, und das aus letzterem eingetretene und vom Röhreninhalte aufgenommene Kochsalz konnte in mehreren, bei fortbestehendem Drucke abgenommenen Proben sehr leicht nachgewiesen werden.

No. 2. Ordnung der Versuchstage.	Stand des Manomet. in Cm.	Zahl der CCm. der Lösung von AgO,NO_5.	Entleertes Volum.	Ausser den eingegossenen 1000 CCm. enthielt die Blechschachtel
1.	1·8	0·8—0·9		
2.	0	3·0		
3.	1·8	blieb unbestimmt.		
4.	1·8	1·6		+ 50
5.	3·6	1·6		+ 60
6.	0	3·8	115	
7.	0	3·4	115	
8.	0	7·6	115	+ 5
9.	0	13·6	115	
10.	1·8	5·6	105	+ 25
11.	3·6	9·2 (9·6)	105	+ 25
12.	0	62·4	110	+ 25
13.	1·0	22·8	110	+ 15 — 10
14.	0	57·6	110	+ 10—5
15.	0·5	22·8	120	+ 5

Nach Beendigung dieser Versuche wurde der Röhreninhalt (nach Füllung der Röhre mit destillirtem Wasser und der Schachtel mit Kochsalzlösung) während 8 Tage mit der von Kochsalzlösung umgebenen Röhrenwand in Berührung gelassen. Die Oberfläche der Schachtel wurde darauf mit dicken Schichten von Salz belegt gefunden, welches durch alle Löthstellen auf die Oberfläche der Schachtel herausgetreten war. Zur Sättigung von 10 CCm. des Röhreninhaltes mussten 336 CCm. der Normallösung von AgO,NO_5 verwendet werden. 100 CCm. des Röhreninhaltes enthielten ca. 20 Gr. (19·7) NaCl.

1) In dieser Tabelle ist die Druckhöhe (die Höhe der Wassersäule) durch den Manometerstand angegeben, wobei das Manometer zwischen der Oeffnung am freien Ansatzstücke und dem ihm zugekehrten Ende der Hollunderröhre eingeschaltet wurde, so dass der an diesem Ende bestehende Druck gemessen werden konnte.

Ueber die Geschwülste der Eierstöcke
nebst geschichtlichen Vorbemerkungen über Ovarien und Tuben.

Vortrag, gehalten in der Gesellschaft für Geburtshülfe zu Leipzig

von

Prof. C. Hennig.

I.

Die Kenntnissnahme von den menschlichen Eierstöcken und Eileitern gehört unter den nordöstlichen alten Aerzten und Naturforschern einer verhältnissmässig späten Zeit an. Hauptursache von dieser Lücke ist die Seltenheit, mit welcher damals Sectionen an Menschen gemacht wurden. Dagegen kannten die Bewohner des zeitig hochgebildeten Südwestens sowol die Gebärmutter als auch die Eierstöcke. Hr. Ebers hat mit der an ihm gewohnten Gründlichkeit und Zuvorkommenheit mir aus seinem berühmten Papyrus mitgetheilt, dass im Aegyptischen nàtú, männlich gebraucht (koptisch oti) Uterus, weiblich (auch oti) Vulva bedeutet; ausserdem ist auch eine Bezeichnung für den Uterus: mut (offenbar unser „Mutter“; μήτηρ, mater). Z. B. S. 93, 18—20: „Arzneien, um die Mutter der Menschen einer Frau an ihre Stelle zurückzubringen“.

Die Ovarien heissen benti und werden durch die Dualform dieses Wortes, wie auch durch die ovalen, übereinander geschriebenen Ringel deutlich genug bezeichnet: 95, 1—3: „Recepte vom Nichtfallenlassen der Eierstöcke.“

Aber noch Hippokrates spricht häufiger von den μῆτραι, als von einer μήτρη oder ὑστέρα; nicht als ob er collective oder von den immerhin seltenen Beispielen einer anomal doppelten menschlichen Gebärmutter spräche, welche er vielleicht

gar nicht kannte; — er kannte wahrscheinlich besser die Fruchthalter der Thiere, welche eben, bis auf die Affen höherer Ordnungen, mehr oder minder doppelt sind, als die einfachen menschlichen.

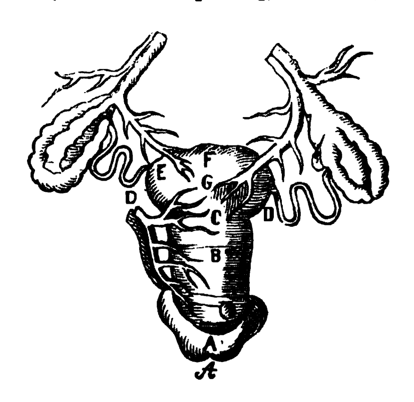
Ueber die Eierstöcke oder ihre Analoga beim Weibe verlautet in den Hippokratischen Schriften nichts. Der Samen wird sowol vom Manne als vom Weibe bereitet und aus den mit dem Rückenmarke zusammenhangenden Gefässen abgesondert. — Diese Auffassung schliesst mit der Verwechselung von Nerven und Gefässen eine Ahnung vom Einflusse der Nervencentren auf die Geschlechtswerkzeuge ein und bereitet die Erkenntniss des Abganges von Genitalzweigen (Vasa spermatica) aus den Nierengefässstämmen (links) vor, welchen zuerst Eustachius (1552) deutlich abgebildet hat.

Der weibliche Same vermischt sich nach damaliger Vorstellung, nachdem er sich in den Uterus ergossen, mit dem männlichen und wird nebst dem letzteren, nach fruchtbarer Begattung daselbst zurückgehalten; bei zu weitem schlaffen Muttermund und bei unfruchtbarem Ergusse fliesst er nach aussen ab. Unter dem „weiblichen Sperma“ haben wir aber an einigen Stellen auch das blosse katarrhalische Secret zu verstehen, und noch ein Schüler Bartholin's (1563) schreibt an seinen Lehrer, er habe gesehen, wie aus den Tuben einer Schwangeren beim Einschneiden „Samen“ ausgeflossen sei.

Die Bedeutung der Vasa spermatica für die Geschlechtsorgane und Verrichtungen hat wol auch zu der Deutung einer Stelle bei Hippokrates (Aphor. V, 45) in dem Sinne: „vasa ad uterum plicantur“ beigetragen, woraus man die Deutung herausgelesen hat, der Altmeister habe darunter die zum Uterus sich hinschlängelnden Eileiter verstehen wollen. Eher lässt sich vielleicht den Knidischen Hippokratikern ein Vorgefühl von dem Bestehen derartiger Kanäle an der späteren Stelle (De natura pueri; ed. Foes. p. 248, 9) absehen: „Gemelli ex uno veneris complexu procreantur ad hunc modum: uteri sinus plures et incurvos habent, hos quidem **longius distantes**, illos vero pudendo viciniores“ — vorausgesetzt, dass nicht Genitalien von Thieren zum Paradigma gedient!

Einen grossen Schritt vorwärts hat die Anatomie zu Soranus Zeit gethan. In dessen berühmtem gynäkologischen Werke (ed. Ermerins p. 11 sqq.) werden zunächst die Uterusnerven vom Rückenmarke abgeleitet. Aus den Vasa spermatica streben je eine Arterie und eine Vene nach den Eierstöcken. Neben diesen hebt sich nun schon aus der Beschreibung bestimmt jederseits vom Uterus ein zunächst dünner, nach aussen abgeflachter Gang heraus, welchen wir, obschon als Fortsetzung der Ovarien beschrieben, bestimmt als Eileiter ansprechen müssen. Die Eileiter sind vor Falloppia (1550) mehr als einmal entdeckt worden, denn Galen nennt bereits Philotimus (zur Zeit des Aristoteles) als Entdecker. Indem nun Soranus die Anhänge des Uterus zu beschreiben fortfährt, lässt er den Kanal der Eileiter (ὁ σπερματικὸς πόρος) als Samengang sich wieder seitlich vom Uterus entfernen und nach vorn zum Blasenhalse als ihrem Ansatze begeben. Ich werde aber im Folgenden zeigen, dass unter diesen vorderen Ausläufern der Uterusanhänge die runden Bänder zu vertehen sind, denen man noch später, durch ihre zufällig leer angetroffene Vene getäuscht, einen besonderen Kanal zuschrieb.

Bei Moschion (Anfang des 2. Jahrh. n. Chr.) findet sich nun schon eine mehr gegliederte Abbildung der inneren Genitalien mit fast ebenso ausführlicher topographischer Beschreibung der Gebärmutter (Os externum [vulva], internum, Körper, Grund,



Ueberzug) wie bei Soranus, vielleicht dem Caelius Aurelianus entnommen. (Haeser, Geschichte der Medizin, 3. Aufl. 1.)

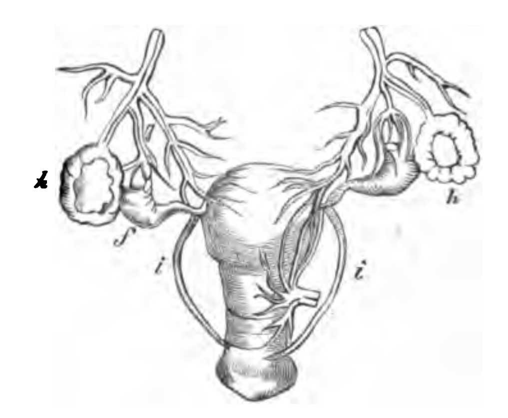
A. Τὸ στόμα λέγεται, ὅπερ ἐστὶ πρὸ τοῦ τόκου σαρκῶδες καὶ μαλακὸν, μετὰ τὸν τόκον τυλῶδες καὶ εὐρυχωρότερον. B. ὁ τράχηλος. C. ὁ αὐχήν. Ἡ πᾶσα δὲ αὐτῶν συνδρομὴ χορίον (peritonaeum?) λέγεται. Ἐκεῖνο δὲ μετὰ τὸ στενώτερον ἐν στρογγυλότητι πλατυνθῆναι ἄρχεται, ὅπου ἐςτὶ τὸ D, ὁ ὦμος λέγεται. Ἔνθα δέ ἐςτι τὸ E, τὰ πλάγια λέγονται. Ὅπου δὲ ἡ στρογγυλότης συγκέκληται καὶ ἔστιν ἐκεῖ τὸ F, βάθος προσαγορεύεται. G: βάσις μεγίστη. Πᾶσα δὲ ἡ κενότης ἐκείνη ἐν τῷ μέσῳ ὅπου ἐστὶν ἡ γαστὴρ, κόλπος λέγεται. Nun folgt die wichtige Stelle über die Eierstöcke: Πλησίον τοῦ αὐχένος, ἐξ ἑκατέρου γε μέρους οἱ ὄρχεις εἰσὶ τεθειμένοι, καί εἰσι στρόγγυλοι εἰς ὁσονδηποτοῦν, πρὸς τᾶς ἰδίας βάσεις πλατύτεροι καὶ ἰχνότεροι (tubae) καὶ ἐκτεταμένοι ἐκ τοῦ κριτικοῦ πόρου (orificium abdominale tubae), ἐξ οὗ αἱ γυναῖκες τὸ σπέρμα ἐκπέμπουσι, καὶ εἰσὶ τεθειμένοι εἰς τὰ πλησία πλάγια τῆς μήτρας (in der Ausgabe von Dewez mündet der rechte Eileiter deutlich in die Masse der Gebärmutter unterhalb ihres oberen Winkels.) καὶ ἐπὶ τὰ ἄρθρα (Ligamenta teretia) ἕκαστοι ἐξερχόμενοι, πρὸς τὸν τῆς κύστεως τράχηλον ζευγνύνται (also ähnlich wie bei Soranus). Bei Soranus findet sich aber ausserdem eine Beschreibung der Ligamenta ovarii: Ἔνιοι καὶ ἀνακρεμαστῆράς (suspensoria) φασιν αὐτοῖς ἐμπεφυκέναι, καὶ ἡμεῖς δὲ τοῦτο ἐπὶ τῆς αὐτοψίας ἱστορήκαμεν ἐπί τινος ἐντεροκηλικῆς γυναικὸς, ἐφ᾽ ἧς ἐν τῇ χειρουργίᾳ προέπιπτεν ὁ δίδυμος χαλασθέντων τῶν κατεχόντων αὐτὸν καὶ περιειληφότων ἀγγείων, σὺν οἷς καὶ ὁ κρεμαστὴρ ὑπέπεσεν. Der Operateur hatte also hier den seltenen Fall vor sich gehabt, dass ein Eierstock neben einer Darmschlinge vorlag.

Einen grossen Zwischenraum überschreitend, treffen wir erst wieder bei Vesal eine auf den Soranus-Moschionschen Stand aufgebaute verbesserte und vermehrte Auflage der Abbildung von den inneren Zeugungstheilen. Die Bezeichnung ist dieselbe von unten herauf anhebend wie 1400 Jahre früher von den Scholastikern fortgelehrt wurde. Das „Vas semen a teste in uterum deferens“ verläuft noch ebenso geschlängelt

wie damals, aber die zu den Eierstöcken und den Tuben führenden Blutgefässe sind deutlicher gesondert und die „gekörnelte“ Beschaffenheit der Oberfläche der Ovarien besser in rundlichen Hervorragungen ausgedrückt, zwischen denen feine Gefässe verlaufen.

Felix Plater (promovirte im 16. Jahrh. zu Montpellier), fussend auf Vesal, bildet einen ähnlichen fast kindlichen Uterus mit kleinem Körper und sehr entwickeltem Halse und die obere Falte des Bauchfells ab, in welcher schon damals glatte Musculatur als vom Uterus ausgehende Verstärkung des breiten Bandes vermuthet ward (de mulierum partibus generationi dicatis). Die Eierstöcke (*h*) kommen dürftig weg, dagegen ist Fleiss auf Darstellung der Eileiter (*f*) verwandt, welche zum ersten Male als gesonderte Organe auftreten. Ihre Gefässe (*g*) anastomosiren durch die am Kanal des Uterus und der Scheide herablaufenden Zweige mit den Vasa hypogastrico-uterina.

Bestimmter als bei Moschion finden wir hier die periphere Erweiterung der Eileiter ausgedrückt; ihre Bauchmün-



dung ist den Eierstöcken eher ab- als zugewandt. Falloppia wird an dieser Stelle nicht, wol aber bei den Eierstöcken erwähnt, deren wasserhaltige, in drüsiges Gewebe eingebettete Schläuche Plater hervorhebt. Auch hängt Plater noch an der vorfalloppianischen Nomenclatur und physiologischen Deutung:

„Testes mulieris ad seminis aliquam forte quoque elaborationem vi sua, licet a vase deferente distent et materiam seminis minime admittant, aliquid conferunt (hier ist der männliche Same gemeint), vel potius ad humectationem et divaricationem vasorum, quibus adjacent, a quibus et si ramulos accipiunt, uti credibile est, quod tamen negat Falloppius, iisdem quoque nutriuntur. Glandulas omnino quoque reliquas mesenterii et omenti referunt, tunicisque, tum interiori propria, tum exteriori, illa a membrana uteri deducta investiuntur, et aqueum humorem in vesicis continent, quo vasa haec ne arescant, irrigant."

„Vas deferens semen elaboratum utero, prodit ab angulis utrinque uteri seu cornibus; estque nerveum et candidum a principio, ductu latescens, et capreolorum modo se crispans admodum latum carneumque, ac nonnihil complicatum in fine fit; in cujus medio insigne foramen existit, quod venae arteriaeque spermaticae ambiunt."

Plater erkennt zuerst die runden Bänder, welche er als hohl beschreibt, als gesonderte, der Gebärmutter angewachsene Theile an, nicht als Fortsetzung der Eileiter: „vas lumbricosum (?) nerveum, cavum, rubrum".

II.

Die Krankheiten der Eierstöcke konnten, wie spät auch die Kenntniss des gesunden Organs sich Bahn brach, sobald sie durch unförmliche Geschwulstbildung auffielen, auch den Aerzten der alten Zeit nicht entgehen, doch giebt erst Celsus Vorschriften zur Beseitigung grosser Cysten, z. B. durch Aufätzen der Bauchwand. Die klinische Pathologie wurde aber erst zu Bartholin's Zeiten gefördert: Brechtfeld und Schorkopff suchten die Diagnose im Leben zwischen Tubar- und Ovarialhydrops zu stellen; ersterer erzeuge eine mehr halbmondförmige Geschwulst und sei beweglicher als der letztere.

J. B. Morgagni beschäftigt sich 1761 bereits mit einer Statistik der Eierstockgeschwülste (epist. 30, 39), noch „testes"

schreibend, und führt eine taubeneigrosse, dem rechten Eierstock angewachsene „Hydatide“ aus Kerkring (Cyste des breiten Bandes?) an.

Von einer Dermoïdcyste finden wir die ersten Beobachtungen bei C. Bauhin und Fabr. Hildanus.

III.

Nicht weniger anziehend, aber für uns fruchtbringender gestaltet sich, um diesen Betrachtungen einen gehaltvollen Abschluss zu geben, die Diagnostik und Therapeutik, namentlich die chirurgische Behandlung der Eierstockgeschwülste. Ich werde an der Hand der neuesten Monographie über diesen Gegenstand die jetzige Entwicklung der ärztlichen Bestrebungen mit eigenen Betrachtungen einkleiden.

Der Operateur am Frauenhospitale für Birmingham und Midland, Lawson Tait, hat die ihm gebotene Gelegenheit, gesunde und kranke Eierstöcke in und nach dem Leben zu untersuchen, eifrig benutzt und in einer Schrift: „the pathology and treatment of the diseases of the ovaries“ seine Errungenschaften niedergelegt.

Nach anatomisch-physiologischen Vorbemerkungen kommt er auf die acute Entzündung des Eierstocks zu sprechen; Anlässe sind: Traumen, blennorrhoische Ansteckung oder Puerperalgift. Die Tripperseuche des Eierstocks vergleicht er nach Bernutz und de Méric mit der acuten Orchitis und stellt die Erkrankung als sehr schmerzhaft, der acuten Metritis ähnlich dar. Aber bei Oophoritis ist der Schmerz seitlich, meist einseitig von der Gebärmutter und die Schwellung des kranken Organs unschwer fühlbar. Doch warnt Verf. vor zu derber oder zu häufiger Betastung. Der ergriffene Eierstock büsst gewöhnlich seine Leistungsfähigkeit für immer ein; meist gesellt sich Entzündung des benachbarten Bauchfelles hinzu.

Die Hypertrophie ist bald interstitiell (chronische Entzündung häufiger Anlass), bald auf die Follikel beschränkt (Ritchie und Fox), der Tait'schen Eierstockshyperämie verwandt und durch eine lehrreiche Krankengeschichte erläutert.

Die Diagnose einseitiger Geschwülste wiederholt die schon manchmal gemachte Bemerkung, dass die Kranke bisweilen die entgegengesetzte Seite als Ursprungsstelle angiebt. Dies ist nur durch den Druck zu erklären, den der seitlich verdrängte Uterus erfährt. Ausserdem macht Tait darauf aufmerksam, dass, wenn früher eine Schwellung der Oberbauchgegend (namentlich rechts) angegeben wurde, die Diagnose auf eine Fortentwicklung von ins Hypogastrium gefallenen Leber-Echinococcen auszugehen hat.

Das gänzliche Ausbleiben der Menstruation bei einer einseitigen Dermoïdcyste, erklärt durch die Einklemmung der Beckenorgane, liess einmal vor der Operation den Verdacht auf Extrauterinschwangerschaft aufkommen. Zwei Fälle sind Verf. bekannt, wo statt eines vermutheten Eierstocksackes oder Ascites Hydramnion punktirt wurde. Einmal wurde Verf. verleitet, wegen der begleitenden Hektik einen Abscess im breiten Bande anzunehmen — es war nur der seitwärts gedrängte Uterus.

Tait weiss keine Erklärung für die oft sehr heftigen Schmerzen während der Zunahme von Dermoïdcysten; vielleicht sind daran die derbe, dicke Kapsel und der häufig feste, knochige Inhalt schuld.

Durch physikalische Betrachtung begründet Tait ein von ihm mehrfach erprobtes Unterscheidungszeichen zwischen Ascites und Sackwassersucht: er zeichnet mit Tinte die Grenze zwischen matter und voller Percussion auf die Haut der Kranken. Kann der helle Schall dadurch, dass man zuerst leise auf einen jenseits des dumpfen Schalles aufgesetzten Finger klopft, dann durch stärkeres Drücken auf die Geschwulst ringsum oder in grösserer Ausdehnung in einen dumpfen verwandelt werden: so ist die Gegenwart einer Eierstockscyste sicher. Wird dagegen der matte Schall während des Druckes durch einen hellen ersetzt oder wird letzterer wenigstens nicht verdrängt, eher ausgebreitet: so hat man freie Bauchwassersucht vor sich. Freilich können sich beide combiniren.

Tait findet das Verfahren von Wells bewährt, vor dem Anstechen der Ovarcyste mittels spitzen oder stumpfen Trokars behufs blosser Parakentese die allgemeinen Bedeckungen

mit einem Lanzettschnitt zu öffnen. Nach Entleerung der Cyste, welche nur, wenn sie klein, den Aspirationstrokar anzeigt, hält man die Wunde mit zwei Fingern zusammen und klebt dann Collod. stypticum darauf.

Vor der Ausrottung ist es wichtig, die Beschaffenheit des Harns zu prüfen, da Krankheiten der Nieren und der Blase die Prognose trüben. Es müssen zwei schmale eiserne Betten mit festen Haarmatratzen und einem Wasserkissen als Lager bereitstehen. Die Operirte darf nicht vor Abnahme der Klammer in ein anderes Zimmer getragen werden.

Als beste, nie zerreissende Ligatursubstanz hat sich Chinesische Angelschnur erwiesen, als bestes Anaestheticum Richardson's Methylenbichlorid und Methylenäther. Jede Blutung der Hautwunde wird mit Well's scheerenförmiger Zange angefasst

Das höchst unwillkommene Erbrechen nach der Operation steht am besten durch Pepsinwein, wovon man alle 10 Minuten mit etwas Eiswasser drei Gramm reicht.

Der Katheter muss nach jedem Gebrauche sorgfältig gereinigt werden, da fauler Harn schwere Cystitis veranlassen kann.

Mehrkammerige Cysten des Nebeneierstockes sind in England schon zwei beobachtet worden; sie kennzeichnen sich durch die Dünnheit ihrer Wände auch an der Basis und dadurch, dass sich ihr äusserer Ueberzug abschälen lässt.

Zur Aufsuchung des Eies in einer Cyste bedient sich Tait einer schwefelsauren Magnesialösung von ungefähr dem Cysteninhalt gleicher Dichte; er spritzt damit den Balg aus und fängt das Ganze in einem Spitzglase auf, an dessen Boden sich nach wenigen Stunden die Flocken mit dem zu suchenden Ei ansammeln. Verf. glaubt sich zu dem Schlusse berechtigt, dass die Ovulation sich viel häufiger bei derselben Frau vollzieht als die Menstruation.

Bei den Dermoïdcysten schliesst Tait die Entstehung durch Einschluss eines Fötus aus, weil derartige Einschlüsse immer symmetrisch eingefügt seien — was jedoch durch vorgekommene einseitige Hodeneinschlüsse wiederlegt wird. Dass letztere

nicht häufiger sind, liegt in der anderweit bewiesenen viel grösseren Zeugkraft der Eierstöcke. Tait und Paget stellen die erste Anlage der Dermoidgebilde in den Ovarien auf frühe embryonale Epochen zurück in Ansehung z. B. der Länge der darin vorgefundenen Haare. Tait hofft den Ursprung dieser fremdartigen Gebilde in einer „hypererchetischen" Thätigkeit eines fötalen Eies zu finden.

Beiträge zur zoologischen und zootomischen Kenntniss der sogenannten anthropomorphen Affen.

Von

ROBERT HARTMANN.

Hierzu Taf. XVIII u. XIX.

Fortsetzung.[1])

Während der letzten Wochen sind wiederum einige interessante Chimpanse-Schädel von der afrikanischen Westküste[2]) eingelaufen, welche ich zunächst beschreiben will. Zugleich lasse ich hier noch zwei derselben neben dem früher beschriebenen v. Koppenfels'schen (s. dies Archiv 1875, S. 289.) abbilden. Es handelt sich ja um ein möglichst ausgedehntes kraniologisches Vergleichungsmaterial. Nur ein solches gestattet in den uns beschäftigenden Fragen die verallgemeinernden Schlüsse ziehen zu können, wie sie auf die Morphologie der grossen Affen Bezug nehmen, ja nehmen müssen. Es war ein Hauptfehler der früheren, die Anatomie der sogenannten Anthropomorphen behandelnden Arbeiten, dass sie an der Hand einer zu wenig ausgiebigen Anzahl von Präparaten vorgenommen wurden. Die Folge wird meine hier ausgesprochenen Ansichten rechtfertigen.

No. D. 154 stammt von einem grossen, ausgewachsenen Thiere. (Vergl. Taf. XVIII, Fig. I, *a*, *b*). Die Nähte dieses

---

1) Vergl. dies Archiv, 1872, S. 107—151; 1873, S. 474—502; 1875, S. 266—303.

2) Von Chinchoxo, Station der deutsch-afrikanischen Gesellschaft an der Loango-Küste und von Dr. Lenz (Ogôwê-Gebiet).

auseinander und verlaufen beide, wieder mit einander vereinigt in die stark entwickelte Crista lambdoidea aus. Letztere ragt oberhalb der Processus mastoidei jederseits mit einem stumpfen flügelartigen Fortsatze hervor (Fig. I, *c*).

Die Processus mastoidei sind hie im Verhältniss zu denen der übrigen Chimpanses stark ausgebildet. Die Processus styloidei sind kaum andeutungsweise vorhanden. Die Protuberantia occipitalis externa und die drei Lineae nuchae, letztere zu jeder Seite der Crista occipitalis externa gelegen, sind wohl zu unterscheiden. Alle Fortsätze, Vorsprünge und Muskelinsertionen dieses Schädels sind recht kräftig ausgebildet.

Der Unterkiefer ist gross, dick und schwer. Der Incisivtheil desselben ist sehr wenig convex, fast platt, er stellt ein spitzwinkliges Dreieck dar, dessen Basis in dem sehr geradlinigen Limbus alveolaris, dessen Seiten in den starken Eckzahnjochen, dessen Spitze in der Basis mandibulae liegen. Die Höhe dieses Theiles beträgt 46 Mm. Dieselbe nimmt gegen die Aeste hin ab. Der Alveolarrand ist zwischen den Alveolen der Praemol. und Molar. concav. Die Basis mandibulae ist dick. Von einer Spina mentalis externa ist keine Spur vorhanden. Fossae mentales fehlen.

Die Alveolarjoche sind ausgeprägt. Hinter denjenigen der Eckzähne verringert sich die Höhe des Knochens, um in Gegend des Beginnes der Lineae obliquae externae wieder zuzunehmen. Die Foramina maxillaria anteriora finden sich unterhalb je der zweiten Backzahnalveole. Ihr Abstand vom Alveolarrande beträgt 22, von der Basis mandib. dagegen 14 Mm. Am ersten Backzahn beträgt die Höhe des Unterkieferkörpers 37, am vierten Backzahn 32 Mm. Die Dicke dieses Knochentheils hinter den Schneidezähnen ist im Verhältniss zu den übrigen mir zugänglichen Chimpanseschädeln beträchtlich (30 Mm.). Auf der bis zur Mitte eine nur geringe Abschrägung nach hinten und unten zeigenden Hinterfläche findet sich hier nahe der Basis eine starke Vertiefung, in deren Grunde zwei grössere und ein kleineres Loch sich öffnen. Ein dicker Querwulst zieht über die Mitte der Hinterfläche des Unterkieferbeinkörpers. Die Lineae obliquae externae sind stark ent-

wickelt. Die Aeste sind breit, 49 Mm. und ragen nur wenig schräg nach hinten hervor. Ihre Höhe beträgt 60 Mm. Die Kronfortsätze sind vorn stark gerundet, hinten leicht ausgehöhlt. Ein nicht sehr tiefer Einschnitt trennt dieselben von den Gelenkfortsätzen.

Wie bei den Chimpanses durchschnittlich, ist der Einschnitt seicht, nicht halbmondförmig. Der Gelenkkopf ist gross, zeigt eine Richtung von aussen und vorn medianwärts nach hinten und ist am Aussenende schmaler wie innen, gewölbt, hat 25 Mm. Länge und einen deutlichen Hals. Die Aussenfläche jedes Astes ist, namentlich vorn in Nähe der Linea obliqua externa, etwas concav. Auch die Lineae obliq. intern. sind stark, mit schwacher, vorderer und dicker hinterer Lefze versehen. Letztere läuft mit starker Rückwärtsbiegung gegen das innere Ende des Processus condyloideus aus. Das Foramen maxillare posterius ist weit nach oben und hinten geöffnet. Der Winkel des Oberkiefers springt stumpf nach aussen und unten vor; an ihm und am Hinterrande jedes Astes befinden sich, namentlich nahe der Innenfläche, recht entwickelte Muskelvorsprünge.

Von den grossen, kräftigen Zähnen dieses Specimen fehlen im linken Oberkiefer die zwei hinteren Backzähne. Der Zustand der Alveolen lässt vermuthen, dass dieselben schon vor dem gewaltsam erfolgten Tode des Thieres ausgefallen seien. Ferner fehlt im Unterkiefer jederseits Mol. I, deren Alveolen geschlossen sind. Die inneren oberen Schneidezähne sind vorn wenig gewölbt, meisselförmig, unten 14 Mm. breit, an der Vorderfläche mit Längs- und Querriefen versehen, an dem Unterrande und an der Hinterfläche abgekaut. Die äusseren oberen Schneidezähne sind unten 10 Mm. breit, an ihrer gewölbten Vorderfläche mit zwei inneren stärkeren und einer äusseren schwächeren Längsriefe und mit schwachen Querriefen versehen, an ihrer Hinterfläche sind sie ebenfalls abgekaut. Die grossen oberen, 29 Mm. langen Eckzähne ragen nach unten und etwas nach aussen hervor. Sie sind oben an der Kronenbasis 17 Mm. breit,[1]) aussen sehr convex, innen etwas concav. Sie enden

1) Vergl. dies Archiv 1875, S. 295—303.

spitz, sind aussen mit Längs- und Querriefen, innen mit einer tiefen medianen und zwei lateralen Längsrinnen und mit abgekaueten Vorder- und Hinterrändern versehen. Gemäss der stattfindenden Verengerung des knöchernen Gaumens nach hinten bilden die Alveolarränder der Backzähne nach aussen geschweifte Linien, welche an ihren Hinterrändern convergiren.

Die beträchtlich kleineren unteren Schneidezähne, deren innere eine um etwa 2 Mm. geringere Breite des Kronenrandes als die äussere haben, sind an ihren wenig gewölbten Aussenflächen ebenfalls mit deutlichen gitterförmigen Längs- und Querriefen versehen, an den Kronen stark, an den Hinterflächen wenig abgekaut. Hier zeigen dieselben einen medianen Längswulst und zwei laterale Längsfurchen. Uebrigens sind sie denen von No. 16111 sehr ähnlich.[1])

Die unteren Eckzähne dieses Schädels sind nur wenig nach oben, dann aber stark nach aussen und nur wenig nach hinten gebogen, aussen stark gewölbt, hier auch mit schwachen Längs-, aber desto stärkeren Querriefen und innen noch mit vorspringender medianer Längskante versehen. Auf den durch letztere abgegrenzten Feldern zeigt sich im vorderen derselben eine vordere schmalere und eine hintere breitere Längsfurche. Das hintere Feld ist durch Abreibung ausgehöhlt, zeigt aber noch die Reste einer tiefen mittleren Längsfurche. Die unteren Eckzähne sind am Halse 16 Mm. breit, um 1 Mm. dicker (von aussen nach innen gemessen) als die oberen, sie sind 26 Mm. lang und enden sehr spitz. Die oberen und unteren Backzähne bieten, soweit das Abgekautsein ihrer Kronen es erkennen lässt, kaum einige sehr unbedeutende Verschiedenheiten der Kronensculptur im Vergleich mit denen des Schädels No. 16111 dar. Nur sind letztere beträchtlich grösser als am letztgenannten Specimen.

Dieser mächtige Schädel unterscheidet sich zwar durch geringere Prognathie, höhere Augenhöhlenbögen, anders gestalteten Gaumen und kürzeren gewölbteren Hirnschädel von dem durch Bischoff a. a. O., Taf. V, Fig. 5 abgebildeten

---

1) Vergl. dies Archiv 1875, S. 300.

männlichen Chimpanseschädel, nähert sich ihm aber doch auch wieder in der breit zwischen den Eckzahnjochen gelegenen Antlitzparthie.

Schädel No. 53 vom Dr. Lenz (Ogôwê). Alt, mit verwachsenen Nähten. Dies Specimen ist vorn sehr breit. Die Augenhöhlenbögen ragen nur wenig gewölbt nach vorn hervor. Sie sind beide in der Mitte fast miteinander verschmolzen und zwar in einem, quer über die Vorderstirn ziehenden, eine nur sehr schwache Einbuchtung zeigenden Knochenwulst. Beide Augenhöhlenbögen verlaufen zuerst mit nur geringer Abwärtsneigung fast gerade nach aussen und etwas nach hinten, dann unter last rechtem Winkel nach abwärts Der untere Augenhöhlenrand ist scharf und deckt den Eingang zum Canalis nasolacrymalis. Die ganze Augenhöhle hat eine fast quadratische äussere Begrenzung.

Die Zwischenwand der Augenhöhlen ist in ihrer Mitte 27 Mm. breit. Der Nasenrücken ist oben etwas eingedrückt, in der Mitte etwas gewölbt und zwar in der Richtung von oben nach unten, im untersten Drittel aber ist er eingedrückt. Die Nähte zwischen den Nasenbeinen, sowie zwichen diesen und den Nasenstirnfortsätzen der Oberkieferbeine sind verschmolzen doch erkennt man die zuletzt angedeutete Demarcation noch an zwei, die Nasenbein-Oberkieferbein-Verbindung markirenden Längswülsten.

Die Jochbeine nebst den ihnen benachbarten Malarpartieen der Oberkieferbeine sind hoch und breit, in der Mitte etwas gewölbt — links stärker wie rechts — und steil nach abwärts und aussen geneigt.

Die Jochbögen sind nach aussen geschweift (Taf. XVIII, Fig. 2*b*). Die ziemlich grossen Unteraugenhöhlenlöcher stehen ca. 18 Mm. vom Marg. infraorbitalis entfernt. Zwischen diesem und dem Foramen infraorbitale befindet sich rechterseits noch ein zweites grösseres, wogegen linkerseits zwischen genannten Endpunkten deren zwei kleinere vorkommen.

Zwischen den Nasenbeinen und Oberkieferbeinen öffnet sich die nicht grosse Apertura pyriformis, welche durch einen

20 Mm. breiten Zwischenraum vom unteren inneren Augenhöhlenwinkel getrennt, nur 24 Mm. breit und 23 Mm. hoch ist (Fig. 3*b*.).

Von einer Spina nasalis anterior inferior ist nur eine ganz schwache Spur vorhanden. Der Boden der Nasenhöhle liegt offen und geht allmälig in die Vorderfläche der Alveolarfortsätze beider Oberkieferbeine über, welche nur kurz (ca. 33 Mm. in der nur schwach erkennbaren Sutura oss. maxillaris sup.) und mit ihrer convexen Vorderfläche nach oben gekehrt sind.

Die Alveolarjoche sind ausgeprägt. Diejenigen der Eckzähne begrenzen ein fast gleichschenkliges Alveolardreieck. hinter welchem ziemlich tiefe Fossae caninae sich befinden.

Der Limbus alveolaris beschreibt vorn einen ziemlich flachen Bogen und zieht sich beiderseits mit starker Biegung ziemlich geradlinig nach hinten. Der vorn sehr tuberkelreiche und mit vielen Löchern durchbohrte knöcherne Gaumen ist lang (83 Mm.), vorn 38 Mm., hinten 30 Mm. breit. Am Incisivtheil ganz allmälig nach hinten sich abdachend, zeigt sich dieser hinten zwischen den Molar. post. stark vertieft.

Die Hirnschädeldecke ist gegen die Augenhöhlenbögen durch eine nur wenig starke Vertiefung abgesetzt. Sie ist ziemlich lang gestreckt, an den Schläfengruben schmaler (nur 69 Mm. breit), an den Ossa parietalia stärker verbreitert (90 Mm. in den nur wenig entwickelten Tubera) und an diesen Theilen nur mässig gewölbt. Die Cristae sagittales vereinigen sich an diesem Specimen in der Scheitelmitte zu einem wirklichen, etwa 3 Mm. hohen Kamme. Es ist dies das einzige Specimen unter vielen, an welchem mir dies letztere Verhältniss bis jetzt zu Gesicht gekommen ist. Die anfänglich nur durch einen kleinen, kaum 4 Mm. breiten Zwischenraum von jenen getrennten Lineae semicirculares streichen an der Basis des Sagittalkammes hin. Nach hinten laufen die beiden Linien jederseits in die nur mässig entwickelte Crista lambdoidea aus (Fig. 2, *b*).

Die Hinterhauptschuppe ist grösstentheils zerstört. Die Processus zygomatici sind deutlich entwickelt, breit. Von Processus styloidei sind Spuren vorhanden. Der Schädel hat kräftig entwickelte Muskelfortsätze.

Der Unterkiefer fehlt. Der noch vorhandene rechte obere Eckzahn, dessen Spitze abgekaut erscheint, hat äussere Längs- und Querriefen, ist 17 Mm. lang und an dem Kronenrande 15 Mm. breit. Die stark abgekaueten Backzahne bieten keine besonderen Eigenthümlichkeiten dar.

Schädel No. 13 der Dr. Lenz'schen Sammlung.[1]) Aelteres Individuum mit meist verwachsenen Nähten. Augenhöhlenbögen stark nach oben vorragend, knorrig, in der Mitte durch einen nur mässig tiefen Einschnitt von einander gesondert, nach aussen, abwärts und etwas nach hinterwärts geneigt. Dieselben biegen unter einem vorspringenden Winkel in die steil abwärts ziehenden äusseren Augenhöhlenränder um. Die Augenhöhlen sind aussen rhombisch begrenzt, mit abgestumpften Ecken der Rhombenfiguren. Der ziemlich tief eingebuchtete Margo infraorbit. ist scharf und deckt den Eingang zum Canalis nasolacrymalis. Die Zwischenwand der Augenhöhlen beträgt hier nur 13 Mm. Breite. Der Nasenrücken ist oben etwas eingedrückt, dann im mittleren Drittel mit medianer, kielförmig von oben nach abwärts — in Richtung der (verwachsenen) Sutura nasalis ziehender — Erhabenheit versehen, im unteren Drittel dagegen ist er abgeflacht. Man erkennt noch die Demarcation zwischen Nasenbeinen und Nasenstirnfortsätzen der Oberkieferbeine in zwei leicht angedeuteten Längswülsten.

Die Jochbögen sind nebst den zugehörenden Malartheilen der Oberkieferbeine wenig gewölbt, steil nach abwärts, auch nach aussen und hinten gekehrt, mit tiefsitzendem (17—18 Mm. vom Infraorbitalrande entfernten) grossen Unteraugenhöhlenlöchern versehen. Die Jochbögen sind zerstört.

Die Apertura pyriformis ist in der Mitte 14, nahe über dem Boden 16 Mm. breit, hat einen in seiner Mitte tief eingeschnittenen Unterrand und besitzt, von dieser Stelle aus bis zu ihrem Oberrande gemessen 30 Mm. Höhe. Als Spinae na-

1) Bei der sehr unregelmässigen Ankunft der Sammlungen kann die von unseren Reisenden befolgte chronologische Bezifferung der einzelnen Stücke ihrer Collectionen füglich nicht beibehalten werden.

sales anteriores inferiores sind nach meinem Dafürhalten zwei durch jenen Einschnitt des Unterrandes der Apertur 15 Mm. weit von einander getrennt stehende, unbedeutende Höckerchen zu erklären. Jener Einschnitt setzt sich in einen an Stelle der Oberstirnbeinnähte zwischen diese beiden Knochen eindringenden Spalt fort.

Die aufgewulsteten, wie nach oben emporgestülpt aussehenden Alveolarfortsätze bilden ein durch die starken Eckzahnjoche dieses sehr prognathen Schädels abgegrenztes Alveolartrapezoid, dessen kleine Seite oben zwischen den Seitenrändern der Apertura pyriformis quer hinüberzieht. Die Vorderfläche desselben ist nach oben gewendet, etwas convex und uneben durch die sehr stark vortretenden, blasenförmig aufgetriebenen, vorn freilich ausgebrochenen Alveolarjoche der Schneidezähne. Der Limbus alveolaris ist vorn bogenförmig gerundet, seitwärts zieht er gerade nach hinten. Der knöcherne Gaumen erscheint vorn breiter (42 Mm.) als hinten (29 Mm.)

Die Hirnschädeldecke ist hinter den gewölbeartig vortretenden Augenhöhlendecken gegen diese durch eine tiefe Einsattelung abgegrenzt, im Bereiche des Stirnbeines stärker gewölbt, in der Scheitelgegend flacher, sie ist hier breit, im Ganzen erscheint sie langgestreckt.

Die Cristae sagittales und die Lineae semicirculares bleiben durch einen breiten Zwischenraum von einander getrennt und sind beide an den Seiten nicht stark entwickelt; ebensowenig ist dies die Crista lambdoidea. Ein Theil der Schuppe, die Gelenktheile und der Grundtheil des Hinterhauptsbeines, die Zitzen- und Felsentheile des Schläfenbeines sind zerstört. Man erkennt übrigens die gewölbte Protuberantia occipit. externa und auch noch wohl die obersten Lineae nuchae. Auch die Hinterwand des rechten Oberkieferbeinkörpers ist zerbrochen.

Von den wenigen noch vorhandenen Zähnen sind die Kronen sehr stark abgekauet. Die Alveolen mehrerer derselben haben sich geschlossen. Diejenigen von Praemol. I, II und Mol. I rechterseits sind mit einer, kleine, knorrige Wucherungen zeigenden äusseren Knochenwand bedeckt.

Ein angeblich zum Skelet eines grossen Männchens gehörender, vom Quillu stammender Schädel. Dr. Pechuël-Loesche hat das sehr gross gestaltete Thier dort an seinem Standorte erlegt. Der Schädel ist der eines noch jugendlichen Thieres, dessen Nähte noch meistentheils erhalten sind. Er ist dickwandig, schwer und fettglänzend.

Die Augenhöhlenbögen sind weniger stark entwickelt, als an dem eben beschriebenen Specimen, aber doch stärker als bei No. 16111, sie springen etwas nach oben und aussen vor, sind in der Stirnmitte durch eine Einbuchtung von einander gesondert, und ziehen sanft nach aussen und anfangs wenig, dann unter Bildung eines stumpfen Winkels, steil nach abwärts. Die Augenhöhlen selbst sind rundlich, 31 Mm. hoch und 34 Mm. breit. Der Unteraugenhöhlenrand ist scharf und deckt den Eingang zum Canalis nasolacrymalis. Die Zwischenwand der Augenhöhlen ist 20 Mm. breit. Der Nasenrücken zieht in den zwei ersten Dritteln steil von oben nach unten, im letzten Drittel aber nach abwärts und vorwärts. An den ersteren Theilen ist er mit einem im Zuge der Sutura nasalis gelegenen Längswulst versehen, im letzteren Theile ist er eingedrückt. Die Nasenbeine sind ein jedes am unteren Rande tief eingebuchtet. Suturae nasalis, nasofrontalis und nasomaxillaris sind verwachsen. Die Apertura pyriformis ist nicht gross, 21 Mm. hoch und 21 Mm. breit, dreieckig. Spina nasalis anterior inferior kaum angedeutet. Der Boden der Apertur ist geöffnet. Das durch vorragende Eckzahnjoche abgegrenzte Alveolardreieck wendet seine vordere Fläche nach oben; dieselbe ist sehr convex und mit stark vorragenden Alveolarjochen der Schneidezähne versehen. Der Schädel überhaupt ist sehr prognath.

Hinter den Eckzahnjochen finden sich ziemlich tiefe Fossae caninae Dienicht hohen, in ihrer Mitte convexen Malarpartieen wenden sich nach vorn und etwas nach aussen. Es finden sich an ihnen jederseits ein grosses weites Foramen infraorbitale (4·5 Mm. lang). Die Jochbögen ziehen gerade nach hinten. Dann, nahe ihren Wurzeln, sehen wir sie etwas nach aussen geschweift.

Der knöcherne Gaumen ist 72 Mm. lang und vorn um 11

Mm. (36 Mm.) breiter, als hinten (27 Mm.) Der Limbus alveolaris der Oberkieferbeine ist an den Incisiv. und Mol. I—III nach unten ausgebogen. Zwischen Incisiv. und Canin. klafft eine 9 Mm. breite Lücke, welche eine Einbuchtung in den Limbus alveolaris erzeugt.

Die Hirnschädeldecke ist gegen die Augenhöhlenbögen durch eine tiefe Einsattelung abgegrenzt, gewölbt, hinten breit. Die Cristae sagittales und die Lineae semicirculares inferiores sind durch geringe Zwischenräume von einander getrennt. Die Crista lambdoidea ist nur sehr wenig entwickelt. Im Bereich der grösstentheils verwachsenen Pfeilnaht zieht ein Längswulst von vorn nach hinten. Eine schwache Andeutung eines Knochenwulstes findet sich auch am Stirnbein im Bereiche der früh verwachsenen Sutura frontalis.[1])

An dem stark gewölbten Schuppentheile des Hinterhauptsbeines sind die 6 Lineae nuchae wohl erkennbar. Die Supremae fallen fast mit der Crista lambdoidea zusammen. Die Fossae condyloideae sind hier sehr tief, die Condylen ragen stark hervor, die Processus mastoidei sind entwickelt, von Processus styloidei neben den doppelten Foramina stylomastoidea sind kaum geringe Spuren vorhanden.

Der Unterkiefer ist enge hufeisenförmig. Der Alveolarrand desselben läuft mit dessen Basis seitlich fast parallel, erhöht sich aber beträchtlich in der Kinnregion. Letzterer Theil wölbt sich nach vorn. Eine Spina mentalis externa ist nicht vorhanden. Die Eckzahnjoche sind nur mässig hervorragend und schliessen ein Kinndreieck ab, welches bei der nur geringen Prognathie dieses Schädeltheiles (dies ist so sehr verschieden vom Oberantlitztheil, s. S. 734) nicht stark von unten und hinten nach vorn und oben zugeschrägt ist. Das Foramen maxillare anterius findet sich zwischen der ersten und zweiten Backzahnalveole, 18 Mm. vom Alveolarrande, 13 Mm. von der Basis mandibulae entfernt. Die Innenfläche des Körpers ist hinter dem Limbus alveolaris nach oben gekehrt, flach und fällt dann steil nach abwärts gegen die Mitte des Körpers hin,

1) Vergl. dies Archiv 1875, S. 292.

unter welcher sich jene bei anderen Chimpanseschädeln beschriebene weite[1]) Vertiefung findet, in welcher sich ein grösseres und ein kleineres gerade nach vorn in den Knochen hineindringendes Loch öffnen. Eine Spina mentalis interna fehlt hier. Die Basis mandibulae ist ziemlich stumpf. Mitten unter dem Kinntheil ist sie mit jener von vorn aussen nach hinten, innen ziehenden, zapfenartigen Hervorragung versehen, wie einer ähnlichen oben auch als bei anderen Schädeln vorkommend, gedacht wurde. Die Aeste sind an einem Processus coronoideus je 68, an einem Proc. condyloideus je 69—70 Mm. hoch.[2]) Die Breite derselben unterhalb der Fortsätze beträgt 44 Mm. Sie biegen sich etwas nach aussen und oben unter einem wenig stumpfen Winkel ab, ganz so wie es das von mir an diesem Orte S. 281 abgebildete Lineament angiebt.[3]) Die Lineae obliquae sind aussen nur auf kurze Strecken im Beginne des Astes scharf. Die inneren dagegen sind etwas scharf, haben eine dickwulstige hintere und eine schwache vordere Lefze. Beide Lefzen schliessen eine concave dreieckige Partie ein, deren obere Begrenzung die Mitte der Incisura semilunaris bildet. Die Sulci mylohyoidei sind nur seicht und von kurzem Verlauf. Die Foramina maxillaria posteriora öffnen sich unterhalb der Lefzentheilung der Lineae obliquae internae, sind weit und je von einer halbkreisförmig ausgeschnittenen Lingula überdacht.

Die Aussenfläche zeigt nur wenige Muskelimpressionen, die leicht concave Innenfläche aber hat ihrer mehr, ist auch nahe den abgerundeten Winkeln mit zackigen Tuberositäten besetzt. Der Vorderrand jedes Astes ist scharf und endet in den vorn convexen, hinten in eine niedrige Spitze ausgehenden Processus coronoideus. Die Incisura semilunaris ist in der Mitte am

---

1) S. dies Archiv 1875. S. 281 ff.

2) Wegen der unterhalb des Processus condyloid. stattfindenden Winkelbildung ist hier die Messung weniger genau ausführbar, als beim Proc. coronoideus, von dessen Spitze man sich nur eine Senkrechte gegen die Basis mandibulae zu ziehen braucht, die dann gemessen wird.

3) A. o. a. O. 18. Zeile von oben.

tiefsten und wendet sich nach hinten allmälig zu dem Aussenrande des Processus condyloideus. Dieser hat an seinem nur schwach abgesetzten Halse eine nicht tiefe Fossa condyloidea und einen gewölbten, in der Mitte gipfelartig hervorragenden von aussen und oben nach innen und unten herabsteigenden, aussen und innen spitzig endenden Gelenkkopf.

Die Zähne sind vollständig und an den Kronen abgekauet bis auf die mehr nur an ihren Innenflächen abgenutzten Canin. Oben finden sich zwischen diesen und den Incis. ext. je 9 Mm. breite Lücken. Die oberen mittleren Incis. sind auch hier breiter, als die äusseren (um etwa 2 Mm.), unten dagegen sind die inneren um etwa 2 Mm. schmaler als die äusseren. Die oberen Eckzähne sind 13 Mm. lang, 10 Mm. breit (Krone). Die unteren haben 12 Mm. Länge und 10 Mm. Breite, besitzen auch einen entwickelten hinteren Basalhöcker. Alle Zähne sind stark quergerieft und bis auf die Kronenränder dunkel geschwärzt.

Schädel No. D 151 von der Loango-Küste, gehört einem jugendlichen Thiere an. Die meisten Nähte sind noch wohl erhalten. Augenhöhlenbögen stark entwickelt, vorragend, durch eine nur schwache Einsattelung nur wenig von einander gesondert, zeigen medianwärts einen stark convexen oberen Rand, der sich lateralwärts nach aussen und abwärts, dann aber unter Bildung eines stumpfen Winkels steil niederwärts senkt. Der Margo infraorbitalis ist scharf, deckt aber den Eingang zum Canalis nasolacrymalis nicht. Nasenrücken eingedrückt, dies namentlich in seinem oberen Drittel. Die Sutura nasalis ist verschmolzen, wogegen die Suturae nasofrontalis und nasomaxillares noch deutlich sind. Der linke Wangentheil fehlt, indem hier ein weites, tief in den Schädel hineindringendes Loch klafft. Rechter Wangentheil mässig gewölbt. Das Foramen infraorbitale ist gross (5 Mm. hoch) und vom Margo infraorbit. 11·5 Mm. entfernt. Die Apertura pyriformis ist am Eingange ziemlich weit, 21 Mm. hoch und 23 Mm. breit, verengert sich aber hinten ziemlich stark. Eine Spina nasalis anterior inferior ist kaum schwach angedeutet, der Boden liegt offen.

Mässig starke Eckzahnjoche grenzen das Alveolardreieck nach Aussen ab, dessen Vorderfläche gewölbt und nach oben gekehrt erscheint. Die Alveolarjoche der Schneidezähne sind entwickelt, die Fossae caninae sind tief. Der Limbus alveolaris entspricht vorn, in der Incisivgegend, einem Kreissegmente, biegt sich alsdann seitwärts schroff nach hinten und einwärts. Demzufolge ist der stark concave harte Gaumen vorn breit (36 Mm.), hinten schmal (28 Mm.). Der allein erhaltene rechte Jochbogen erstreckt sich gerade von vorn nach hinten und etwas nach aussen.

Die vorn stärker, hinten weniger gewölbte Hirnschädeldecke ist durch eine tiefe Einsattelung von den Augenhöhlenbögen getrennt. Vom inneren Drittel eines jeden der letzteren geht eine wallartige Erhabenheit über die Einsattelung nach hinten und innen, welche Bildung ich sonst bei Chimpanses in solcher Ausdehnung bisher nicht, wohl aber schon hier und da bei Gorillas wahrgenommen habe.

Die Cristae sagittales sind ungemein schwach und durch einen (in Mitte der Scheitelbeine ca. 11 Mm. breiten) Zwischenraum von den ebenfalls nur erst schwachen Lineae semicirculares getrennt. Die Plana temporalia sind convex.

An der stark nach hinten hervorragenden, dann steil nach vorn und unten sich abdachenden Hinterhauptsschuppe sind die Lineae nuchae, supremae, mediae und infimae wohl zu unterscheiden.

Die Processus mastoidei sind bereits beträchtlich; auch lassen sich neben den sehr kleinen Foramina stylomastoidea Spuren der Griffelfortsätze erkennen. Von Zähnen sind nur 1 Praemol. und 3 Mol. vorhanden (— der Zahnwechsel ist vollendet —), welche übrigens nichts Besonderes darbieten.

Schädel No. D 152, ebendaher, einem alten Indivuum angehörend, mit verwachsenen Nähten, etwas verwittert. Die Augenhöhlenbögen sind sehr stark entwickelt, in ihrem medianen Drittel besonders dick-wulstig, durch eine leichte Einsattelung von einander getrennt, verlaufen lateralwärts gerade abwärts, auswärts und dann unter Bildung eines stumpfen

Winkels steil abwärts. Der Nasenrücken ist in seinem oberen Theile wulstig-erhaben, steil von oben nach unten ziehend, weiter abwärts eingedrückt und etwas nach vorwärts ziehend. Der Margo infraorbitalis ist scharf und deckt den Eingang zum Canalis infraorbitalis. Die Interorbitalwand ist breit (27 Mm.) Die Malargegend ist breit, ziemlich flach, nach aussen gewendet. Die Foramina infraorbitalia sind weit. Rechterseits befinden sich noch zwei kleinere zwischen den beiden grösseren. Die Apertura pyriformis ist gross, 27 Mm. hoch und 25 Mm. breit, fast dreieckig. Ihr Boden liegt offen. Von einer Spina nasalis anterior inferior ist nichts vorhanden. Die Eckzahnjoche sind mächtig. Die hier einem Trapezoide sich nähernde Alveolarparthie ist breit, ihre Vorderfläche ist gewölbt und nach oben gekehrt. Die Joche der Schneidezahnalveolen zeigen sich mässig ausgeprägt. Die Fossae caninae sind sehr tief. Der Limbus alveolaris ist in der Incisivregion halbkreisförmig, geht hinter den Eckzähnen jederseits gerade nach hinterwärts und dann etwas nach einwärts. Die Breite des hinten sehr concaven knöchernen Gaumens beträgt vorn 40, hinten nur 26 Mm. Dieser und der vorige Schädel sind mässig prognath. Die Alveolen der Mol. dextr. I und II sind erweitert. Der Knochen zeigt sich an dieser Stelle sehr porös und höckerig. Dieser Befund lässt auf stattgehabte krankhafte Entartung schliessen.

Die in der Mitte etwas eingedrückten Jochbögen verlaufen in gerader Richtung nach hinten und aussen.

Die Hirnschädeldecke ist kuglig und durch eine Einsattelung gegen die Augenhöhlenbögen abgesetzt. Von der Mitte dieser Vertiefung an bis zur Scheitelregion verläuft in sagittaler Richtung eine Wölbung oder Wulstung.[1]) Der Schädel ist in der Temporalregion schmal (70 Mm.), dagegen in der Parietal- und namentlich in der Mastoidregion sehr breit (in den Tubera pariet. = 95, in der Crista lambdoidea oberhalb der Process. mastoid. = 119 Mm.) Die Cristae sagittales verlieren sich fast nach hinten auf der Oberfläche des Knochens. Die von ihnen

1) Vergl. S. 292 dieses Jahrganges.

durch einen Zwischenraum getrennt bleibenden Lineae semicirculares sind nur in ihrem vorderen Theile deutlich. An der Hinterhauptsschuppe erscheinen die Lineae nuchae, supremae mediae et infimae deutlich ausgeprägt. Die Processus mastoidei sind entwickelt, die Processus styloidei kaum angedeutet.

Ein Schädel, angeblich zum Balge und Skelete eines Gorilla[1]) gehörig. Ist reich an Muskelleisten und Muskeleindrücken, gross, glatt, fest und schwer, stammt jedenfalls von einem erst unlängst erlegten Thiere aus der Quillu-Region. Die meisten Nähte sind noch nicht verwachsen. Selbst Hinterhaupts- und Keilbein erscheinen noch getrennt. Augenhöhlenbögen im Verhältniss zu denjenigen der letzthin beschriebenen Schädel nur wenig hervorragend, übrigens kräftig, medianwärts breit-wulstig, nach aussen dünner und im Bogen verlaufend, dann unter stumpfem Winkel nach abwärts ziehend. Sie erscheinen in der Stirnmitte kaum von einander getrennt. Der Unteraugenhöhlenrand ist aussen stumpf, innen etwas mehr zugeschärft und deckt den Canalis nasolacrymalis nicht. Der Interorbitalraum ist 24 Mm. breit. Der Nasenrücken ist im oberen Drittel wulstig hervorragend, im mittleren Drittel aber kielförmig erhaben, in beiden erwähnten Theilen steil von oben nach unten abfallend, im unteren Drittel ist er flach. Die Malargegenden sind breit und mehr nach vorn, nur wenig aber nach aussen gekehrt. Medianwärts bilden sie mit den hier flachen Nasenbeinen fast eine Ebene. Foramina infraorbitalia weit, je 17 Mm. vom Margo infraorbitalis abstehend. In den Zwischenräumen zwischen Rand und Löchern befinden sich jederseits noch zwei Oeffnungen. Die Apertura pyriformis ist nicht besonders gross, nur wenig breiter (26 Mm.) wie hoch (25 Mm.), mit bogenförmig nach aussen geschweiften seitlichen Begrenzungen versehen. Im Boden ragen die zwei kleinen,

1) Das hier erwähnte Fell hat die gewöhnliche Nasenbildung und Färbung des Gorilla, aber grosse, denen des Chimpanse ähnliche Ohren. — Vergl. Hartmann, im Sitzungsbericht naturforschender Freunde zu Berlin, vom 16. Februar 1875.

eine unbedeutende Spina nasalis anterior inferior bildenden Knochenspitzen hervor. Dieselben laufen seitlich in niedere Knochenkämmchen aus, welche zu den Seitenwänden der Apertur hinlaufend, den Boden der letzteren von vorn her decken. Die Alveolargegend erscheint trapezoidisch. Die nicht parallelen Seiten des Trapezoides fallen mit den mächtigen Eckzahnjochen zusammen. Die grössere der beiden parallelen Seiten dagegen befindet sich im Limbus alveolaris. Die Vorderfläche des Alveolartrapezoides ist an diesem prognathen Schädel gewölbt, nach vorn und etwas nach oben gekehrt. Sehr stark erscheinen auf ihr auch die Joche der Schneidezähne ausgeprägt, namentlich diejenigen der grösseren mittleren. Die Fossae caninae sind tief. Der Limbus alveolaris ist vorn in der Incisivregion bogenförmig, an den Seiten krümmt er sich jederseits sanft nach hinten. Der sehr concave knöcherne Gaumen hat vorn 45, in der Mitte (zwischen Mol. I.) 44 und hinten 35 Mm. Breite bei 76 Mm. Länge. Die Hirnschädeldecke ist gewölbt und gegen die Augenhöhlenbögen nicht besonders stark abgesetzt. Er ist in den Schläfengegenden 72, in den Scheitelhöckern 107 Mm. breit. Die Cristae sagittales einigen sich im Scheitel zu einem etliche 30 Mm. langen Kamme, gehen aber nebst den nahe neben ihnen herlaufenden, noch stärker entwickelten Lineae semicirculares zu den kräftigen Cristae lambdoideae auseinander. An der Hinterhauptsschuppe sind die Linea nuchae supremae, mediae et infimae deutlich zu erkennen. Die Processus mastoidei sind sehr entwickelt, eckig und sind auch geringe Spuren der Processus styloidei vorhanden.

Am Unterkiefer bildet die vordere die Schneidezähne und Eckzähne tragende, durch die starken Alveolarjoche der letzteren abgegrenzte Parthie des horizontalen Theiles etwa ein Dreieck, dessen Grundlinie mit dem Limbus alveolaris zusammenfällt. Dieser Theil des Knochens ist von oben und vorn nach unten und hinten zugeschrägt, und nach vorn convex. Auch die Schneidezahnjoche sind ausgeprägt. Unterhalb der Alveolen der linken Incisiven befindet sich eine 20 Mm. lange und 12 Mm. breite Exostose mit feinporöser Oberfläche.

Eine Spina nasalis externa fehlt. Die Hinterfläche dieses Knochentheiles fällt vom Limbus alveolaris aus ziemlich steil nach abwärts und zeigt eine Spur von länglicher, weniger eine Spina, als eine Crista mentalis interna darstellender Tuberosität oberhalb jenes schon an anderen Schädeln, z. B. S. 281 beschriebenen Querwulstes. Unter letzterem öffnet sich eine tiefe Grube, deren Grund von einem weiteren und einem kleineren Loche durchbohrt wird. Dergleichen Vertiefungen sind uns schon von den Unterkiefern anderer Chimpanseschädel her bekannt (vergl. z. B. S. 281, 735). Unterhalb der Grube ragt ein ebenfalls schon an den anderen Schädeln beschriebener, hier spitzer, dicht oberhalb der Basis mandibulae entspringender Zinken nach hinterwärts.

Während der Limbus alveolaris der Incisivregion sonst nach vorn gekrümmt erscheint, biegt derselbe sich jederseits hinter den Eckzähnen direct von vorn nach hinten und schliesslich, mit nur geringerer Krümmung, nach aussen, im Bereich der letzten Molar. aber wieder etwas einwärts. Im Gebiete der Molar. nimmt der horizontale Theil von vorn nach hinten um etwa 6 Mm. an Höhe ab. Das Foramen mandibulare anterius liegt zwischen Praemol. I und II, 19 Mm. vom Limbus, 18 Mm. von der Basis mandibulae entfernt. Von jedem Eckzahnjoche parallel läuft, fast dem Limbus alveolaris und etwa 20—25 Mm. von diesem entfernt, bis gegen den Ast hin ein Knochenwulst. Die eigentliche Basis dagegen ist in Nähe des Incisivtheiles scharf, in der Mitte stumpfer und wird gegen die Aeste hin wieder schärfer.

Die Lineae obliquae externae sind stumpf und gehen nach kurzem Verlauf in die vorderen Ränder der Aeste über. Die Lineae obliquae internae dagegen beginnen innen an den letzten Backzähnen scharf und vorspringend und theilen sich alsbald in zwei stumpfe Lefzen, eine kürzere vordere und eine hintere längere, die eine vertiefte dreieckige Fläche einschliessen, unter welcher das offen liegende Foramen mandibulare posterius befindlich. Die Aeste sind breit (52 Mm.), aussen flach, innen voll Muskelhöcker. Sie gehen vom horizontalen Theile unter fast rechtem Winkel ab. Der Processus coronoi-

deus hat einen vorderen stark convexen Rand, welcher in eine stumpfe Spitze ausläuft. Diese dacht sich allmälig gegen die nicht tiefe Incisura semilunaris ab. Der Processus condyloideus ragt weit nach hinten vor und endet in einen gewölbten quer von aussen nach innen und hinten ziehenden, innen spitz auslaufenden, mit deutlichem Collum versehenen Gelenkkopf. Am Winkel springt ein platter Knorren nach hinten vor. In der Nähe desselben finden sich aussen und innen starke Muskelleisten, namentlich innen.

Die Zähne dieses Exemplares sind vollständig und sämmtlich wohl erhalten, an den Kronen jedoch abgekaut. Die mittleren Schneidezähne des Oberkiefers sind je 13, die äusseren je 9 Mm. breit. Eine 6 Mm breite Lücke trennt hier äussere Schneidezähne und Eckzähne. Letztere sind nach unten und nur wenig nach hinten gebogen. Ihre gewölbte Aussenfläche ist mit einer vorderen und hinteren Längsrinne versehen. Jeder derselben hat 20½ Mm. Länge und 14 Mm. Breite. Die Spitze ist etwas abgestumpft, die Fläche mit einer mittleren Längsrinne versehen und in ihrem hinteren Theile stark abgenutzt. Von den unteren Schneidezähnen haben die inneren 8 Mm., die äusseren 9 Mm. Breite. Schneidezähne und Eckzähne sind mit den von mir schon mehrfach beschriebenen Längs- und Querriefen versehen. Sonst bietet der Zahnbau dieses Individuums nichts Bemerkenswerthes dar.

Hiermit schliesse ich vorläufig die ausführlichere Beschreibung der mir zur Untersuchung vorliegenden Chimpanseschädel ab. Untersuchen wir nun weiterhin, in wie weit uns das bis jetzt gewonnene Material zu allgemeineren Schlüssen auf die systematische Stellung und die vergleichende Morphologie dieser Thiere überhaupt berechtigt.

Einstweilen lohnt es sich aber der Mühe, erst noch einen Blick auf die wenigen zu meiner Verfügung stehenden Skeletreste des Bam zu werfen. Es sind dies leider nur beide Unterarm- und beide vollständige Hand-, auch Unterschenkel- und Fussknochen des von Dümichen mitgebrachten Specimen. Zur unmittelbaren Vergleichung liegen mir vor die entsprechenden Knochen von No. 16111 und von demjenigen Skelet

(Quillu-Fluss), dessen Schädel hier S. 733 beschrieben worden ist. Da ich den zum erstgenannten Skelet gehörigen Schädel stets als „Ausgangsobject für meine vergleichend-osteologischen Untersuchungen über die Chimpanses" genommen habe, so werde ich auch die Extremitätenknochen desselben hier zunächst als Ausgangsobject zur Besprechung ziehen. Vorher aber noch einige allgemeinere Bemerkungen über Gliedmassenknochen der Chimpanses überhaupt, indem gerade über diesen Theil der Anatomie jener Affen noch mancherlei unsichere oder gar falsche Vorstellungen verbreitet sind.

Die knöcherne Vorderextremität des Chimpanse zeigt zunächst alle zu einer wirklichen Hand (Manus) gehörenden Theile: nämlich Os naviculare, O. lunatum, O. triquetrum, O. styliforme (statt eines Os pisiforme[1])) ein Os multangulum majus, O. m. minus, O. capitatum und O. hamatum; ferner V Ossa metacarpi, zwei Phalangen des Daumens, je drei der übrigen vier Finger. Wo beim Menschen am Os triquetrum das kleine unregelmässig länglichrunde Os pisiforme articulirt, findet sich hier ein etwa 18—22 Mm. langes, bald platt-, bald drehrundliches, mit breiter Basis, dünnem Mittelstück und knopfartiger Endanschwellung versehenes Knochengebilde, für welches ich den gar nichts präoccupirenden (aber besser als Os pisiforme passenden) Namen Os styliforme vorschlagen möchte. (Vergl. die Abbildungen in dies. Archiv, Jahrg. 1875, Taf. VII, Fig. 1, 2, Taf. VIII, Fig. 2.) Zwischen Os naviculare und Os multangulum majus findet sich an dem Radialrande der Hand erwachsener Thiere ein unregelmässig-eckig oder länglich-rundlich gestaltetes festes Knöchelchen eingekeilt.

1) Vrolik bemerkt: „l'os pisiforme est bien plus développé" sc. que chez l'homme). Recherches d'anatomie comparée sur le (Chimpanzé. p. 12. — Sehr treffend sagt Duvernoy: „Le pisiforme est long, cylindrique et ressemble à une phalange." (Archives du Muséum, T. VIII, p. 42, Pl. III, Fig. A', B' 4.). — „Le crochet du pyramidal (i. e. cuneiform-bone, Os triquetrum) est répresenté par le pisiforme. Celui-ci remarquable par son volume et sa longueur, beaucoup plus grand que chez l'homme, contribue a dessiner une saillie qui est comme le talon de la main." etc. (Alix et Gratiolet; Troglodytes Aubryi etc. l. s. c. p. 72, Pl. III, Fig. 10, 11.)

Dasselbe articulirt mit den beiden genannten Knochen des Carpus.[1]) Camper und Vrolik haben dies Knöchelchen beim Orang-Utan als Os sesamoideum für die Sehne des Musculus abductor pollicis longus beschrieben.[2])

(Fortsetzung folgt.)

---

1) Vergl. a. a. O. meine Taf. VIII, Fig. 2.

2) „Inter multangulum majus et naviculare interjacet ossiculum sesamoideum, quemadmodum in omnibus Simiis, in Pitheco, etiam in Cercopitheco et in Canibus." Camper bei Vrolik, l. s c. p. 13 Anm. Vrolik daselbst, p. 14, wo er sagt: „(La partie) supérieure du scaphoide s'élève vers le radius avec une surface articulaire convexe, couverte d'un cartilage, et se prolonge alors en arrière en un tubercule osseux, formant une éminence á la face palmaire du carpe et s'articulant là avec un os sésamoïde que d'autres observateurs ont déjà reconnu, et qui semble servir pour le tendon du long abducteur du pouce." Das. Pl. VI, Fig. 2. — Vergl. Art. Quadrumana in Vol. IV von Todd, Cyclopaedia p. 204, Fig. 124i. — Lucae: Die Hand und der Fuss. Frankfurt a. M., 1866. Taf. 3, Fig. 8. — Alix et Gratiolet, l. s. c. p 82: „il est probable que chez l'adulte il y a un os sésamoide dans le tendon de l'abducteur du pouce" — Rosenberg in Gegenbaur's Morphologischem Jahrbuch, Jahrg. 1875, S. 187.

Tafelerklärung.

Taf. XVIII.

Fig. 1, *1a 1b*. Chimpanse-Schädel, s. dies Archiv, 1875 S. 289 bis 291 beschrieben.

Fig. 2, *2a*, *2b*, ein solcher, auf S. 729 beschrieben.

Taf. XIX *A*.

Fig. 1, *1a*, *1b*, Chimpanse-Schädel, dessen Beschreibung an diesem Orte, S. 723—728 erfolgt ist.

Ueberzahl der Brustwarzen.

(Zweiter Aufsatz.)

von

Dr. MAX BARTELS in Berlin.

Hierzu Taf. XIX. Fig. *B*.

Im Jahre 1872 publicirte ich in diesem Archiv einen Fall von Ueberzahl der Brustwarzen bei einem Manne. Der collegialen Freundlichkeit des Hrn. Dr. Ludwig Dittmer in Berlin verdanke ich die Gelegenheit, hiermit einen Fall von Polymastie bei einer Frau der Oeffentlichkeit zu übergeben, welcher von den bisher beschriebenen sich in mehreren Punkten unterscheidet. Die Beobachtung, zu deren Verständniss die nach einer Photographie[1]) angefertigte Fig. *B* auf Taf. XIX. beitragen wird, ist folgende.

Die Besitzerin der Abnormität ist eine kräftige junge Frau von 22 Jahren, welche nach zweimaligem Aborte vor wenigen Wochen zum ersten Male von einem lebenden Kinde, einem Knaben, entbunden worden ist. Sie hat gut entwickelte, starke, aber in mässigem Grade hängende Brüste, so dass eine ellipsoide Form derselben hervorgerufen wird.[2]) Aus der Mitte der vorderen Fläche erheben sich jederseits aus einem grossen, granulirten Hofe die zapfenförmigen Warzen von etwa 1·5 Cm. Höhe. Die Höfe sowohl, als auch die Warzen zeigen keine Anomalie.

Am unteren Umfange der rechten Mamma findet sich noch eine zweite Brustwarze, ebenfalls von einem Hofe umgeben. An Form, Grösse und Aussehen entspricht sie einer virginalen,

1) Von Hrn. Carl Günther, Berlin, Dorotheenstr. 83.

2) Die Beschreibung ist nach der sitzenden, die Photographie nach der liegenden Patientin gemacht.

mässig entwickelten Mammilla. Verdeckt man die normale rechte Warze und betrachtet dann die ganze Brust, so würde man glauben, eine normale, fettreiche Mamma eines jungen Mädchens vor sich zu haben, deren Warze an dem tiefsten Punkte sitzt (ein bei ellipsoiden Brüsten bekanntlich nicht seltenes Vorkommen). Der Längendurchmesser der ganzen Mamma beträgt 16 Cm., der Breitendurchmesser an der breitesten Stelle 13 Cm. Der Hof der normalen Warze hat 5 Cm im Durchmesser, während der der überzähligen Mammilla eine Breite von 3 Cm. besitzt. Beide Areolen sind rosa pigmentirt.

Zwischen der normalen und der überzähligen Warze befindet sich ein Interstitium von 7 Cm. Breite. Hier ist die Haut aber ganz unverändert und weder irgend eine Zeichnung oder Pigmentirung, noch auch eine Einsenkung oder Vertiefung verräth die beginnende Verdopplung der Mamma.

Dass dieses Doppeltwerden aber wirklich begonnen hat, beweist in eklatanter Weise auch noch die Vertheilung des Drüsengewebes innerhalb der Mamma. Dasselbe ist entsprechend der gerade bestehenden Laktationsperiode sehr reichlich entwickelt und bildet namentlich unter der normalen Warze einen grossen, rundlichen Kuchen. Aber auch unter der überzähligen Warze befindet sich eine rundliche Drüsenabtheilung von reichlich Wallnussgrösse, so dass auch in dieser Beziehung die obenerwähnte Aehnlichkeit mit einer Mädchenbrust eine zutreffende ist. Diese beiden Drüsenabtheilungen sind aber nicht von einander isolirt, sondern ein mehr als fingerdicker Strang glandulären Gewebes verbindet sie in gerader Richtung mit einander.

Die linke Brust ist normal und der rechten, abgesehen von deren überzähliger Mammilla, äusserlich symmetrisch gebaut. Der Warzenhof hat 6 Cm. im Durchmesser. Lateralwärts und abwärts von der Warze befindet sich, 5·5 Cm. von ihr entfernt, auf der Mamma ein kleiner blassrother Kreis von 0·6 Cm. Durchmesser, mit einem rothen Mittelpunkt. Da diese Zeichnung in genau derselben Weise schon mehrere Tage früher von Hrn. Dr. Dittmer bemerkt worden war, so glaubten wir uns berechtigt, dieselbe für mehr als ein nur ephemeres

Gebilde anzusehen; und wenn man ihre eigenthümlich regelmässige Form in Betracht zieht, in Gemeinschaft mit ihrem Abstande von der Brustwarze, welcher mit demjenigen der überzähligen Warze von der normalen auf der rechten Mamma nahezu übereinstimmt, so war die Vermuthung eine sehr nahe liegende, dass wir hier die Andeutung einer accessorischen Brustwarze vor uns hätten. Die Kreisfläche würde dann der Areole, der flohstichähnliche Mittelpunkt der Mammilla entsprochen haben. Als ich aber 8 Tage später wieder Gelegenheit hatte, die Kranke zu untersuchen, da war von der Zeichnung keine Spur mehr aufzufinden. Es ist also hier die Missbildung wirklich unilateral aufgetreten und dem entsprechend lässt sich auch an der Anordnung des Drüsengewebes in der linken Mamma keine Spur beginnender Duplicität nachweisen. Man sieht aber hieraus, wie bei nur einmaliger Beobachtung der Kranken man leicht in einen Irrthum verfallen kann.

Ueber die Frage der Erblichkeit liess sich bei unserer Patientin nichts eruiren, da sie weder über ihre Eltern, noch über ihre Geschwister in dieser Beziehung Auskunft zu geben im Stande war. Nur von einer Schwester weiss sie bestimmt, dass sie die Anomalie nicht besitzt und auch auf ihren Sohn ist, wie ich mich überzeugte, die Missbildung nicht übergegangen.

Die Reihe der veröffentlichten Fälle von Ueberzahl der Brustwarzen ist eine ziemlich beträchtliche. Hiernach scheint bei Männern die Polymastie eine ziemlich seltene Missbildung zu sein. Denn ausser dem von mir abgebildeten und den drei in meiner ersten Arbeit citirten Fällen, wurde nur noch kürzlich von Wenzel Gruber einer beschrieben (ein Student mit zwei Brustwarzen und zwei Bauchwarzen).[1]) Ausserdem werden zwei fernere Fälle von Charles Darwin in seiner „Abstammung des Menschen“ citirt,[2]) so dass die Zahl der bei

1) Virchow's Archiv für pathol. Anatomie. Bd. 58.

2) Ch. Darwin's gesammelte Werke, übersetzt v. Victor Carus. Bd. V. S. 47. Stuttgart 1875. — Dr. Handyside, Journ. of Anat. and Physiol. 1872. p. 56

Männern beobachteten Fälle sich nur auf sieben erstreckt. Ich machte aber früher schon darauf aufmerksam, dass diese geringe Zahl vielleicht darin ihre Erklärung findet, dass bei Männern die Missbildung ihrer Kleinheit wegen leicht übersehen werden kann.

Die bei weitem grösste Mehrzahl der publicirten Fälle betraf das weibliche Geschlecht. Ich bin hier jedoch um so weniger Willens, mich auf eine ausführliche Casuistik derselben einzulassen, als wir in nächster Zeit, wie mir privatim mitgetheilt wurde, eine erschöpfende Arbeit über diesen Gegenstand zu erwarten haben. Ich kann aber die folgenden, zur Erläuterung unseres vorliegenden Falles beitragenden Bemerkungen nicht übergehen.

Alle bisher aufgezeichneten Beobachtungen über unsere Anomalie, gleichviel ob sie bei dem männlichen oder bei dem weiblichen Geschlechte vorkam, lassen sich in fünf verschiedene Gruppen eintheilen. Der ersten sind diejenigen Fälle zu subsummiren, welche in rein heterotoper Weise auftreten und für deren Entstehen wir bisher noch keine befriedigende Erklärung besitzen. Hierher gehören die wunderbaren Fälle, in denen beispielsweise die überzählige Mamma am Schenkel[1]) oder am Rücken[2]) u. s. w. zur Entwicklung vorgekommen war.

Die drei nächsten Gruppen haben das mit einander gemeinsam, dass sich hier für das Auftreten der überzähligen Mammillen eine Erklärung im Sinne der Verwandtschaftslehre beibringen lässt. Es finden sich hier nämlich die Warzen fast immer in einer typischen Anzahl und stets an typischen Stellen, wie solche in bestimmten Ordnungen der Säugethiere an denselben Stellen (und in derselben Anzahl) normaler Weise vorhanden sind. Die erste dieser Gruppen wird nur durch einen von Jussieu[3]) beobachteten Fall illustrirt. Die überzählige Mamma sass in der Leistengegend, wo ja bekanntlich

1) A Foerster, Die Missbildungen des Menschen. S. 48. — Robert, Journ. gén. d. méd. t 100. p. 57.

2) J. Fr. Meckel's Handb. d. pathol. Anatomie. II. 34.

3) A. Foerster, a. a. O.

bei manchen Thieren die Zitzen ihren Platz haben. Diese Beobachtung erklärt auch Darwin[1]) mit Hülfe des Atavismus.

Bei der dritten Gruppe sind fünf, bei der vierten nur vier Warzen vorhanden. Im ersten Falle sitzen zwei an normaler Stelle, zwei in den Achselhöhlen und eine in der Medianlinie, oberhalb des Nabels, wie bei gewissen Thieren aus der Familie der Volitantia. Im zweiten Falle sind ausser den normalen Brustwarzen noch zwei bilateral-symmetrische, am Besten als Bauchwarzen zu bezeichnende Gebilde entwickelt, welche zwischen den Brustwarzen und dem Nabel etwa in der Parasternallinie auf den untersten Rippen ihren Sitz haben. Dass dasselbe Verhalten sich bei einigen Lemurinen findet, wurde bereits in dem vorigen Aufsatze hervorgehoben. Einzelne Fälle, in welchen nicht mehr als eine, respektive nur zwei überzählige Warzen, jedoch an den soeben geschilderten, typischen Stellen existiren, sind wohl als abortive Formen ebenfalls diesen beiden Gruppen einzureihen.

Es bleibt uns nun nur noch die Besprechung der fünften Gruppe übrig. Zu ihr gehören alle diejenigen Fälle, in welchen die überzählige Warze auf der Mamma selbst ihren Sitz hat. Um diese Zustände zu erklären, haben wir nicht nöthig, auf das typische Verhalten anderer Säugethierordnungen zurückzugehen. Es handelt sich hier um den bekanntlich nicht seltenen Process des Mehrfachwerdens, welches hier meist in Form einer unvollständigen Verdopplung auftritt. Natürlich kann es nicht Wunder nehmen, dass entsprechend den verschiedenen Graden der Duplicität sehr verschiedene Formen hervorgerufen werden. Trotzdem sind sie alle derselben Gruppe zu subsummiren.

Der einfachste Fall dieser Verdopplung ist das Biscuitförmigwerden der Warze, wie es beispielsweise mein erster Patient an seiner linken eigentlichen Brustwarze darbot. Ein Schritt weiter ist schon in dem von Tiedemann[2]) abgebilde-

---

1) Ch. Darwin. Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication, übers. v. V. Carus. 2. Aufl. Bd. 2. S. 65.

2) Tiedemann's u. Treviranus Zeitschrift für Physiol. Bd. V 1835. S. 110, copirt bei: F. A. von Ammon. Die angeborenen chirurgischen Krankheiten des Menschen. Taf. 14, Fig. 4.

ten Beispiel gemacht worden. Hier finden sich zwei von einander vollständig isolirte Mammillen in derselben Areola.

Unsere oben besprochene Patientin ist nun auch ganz zweifellos in diese selbe Gruppe zu stellen. Bei ihr hat die Duplicität schon ein recht hohes Maass erreicht. Es finden sich ziemlich weit (7 Cm.) von einander entfernt zwei Warzen, jede von einem besonderen Hofe umgeben. Auch zwei besondere Brustdrüsen sind den Warzen entsprechend zur Entwicklung gekommen. Jedoch ist an ihnen der Verdopplungsprocess noch nicht vollendet, da sie noch durch eine Brücke unter einander verbunden werden. Bei diesem fast vollkommenen Grade der Verdopplung, wo die beiden Brustwarzen einen Abstand von einander von vollen sieben Centimetern besitzen, muss es uns um so mehr verwundern, dass in der äusseren Configuration der Mamma in keiner Weise die Duplicität markirt ist, dass, wie oben erwähnt, weder eine Einsenkung oder Furche, noch auch irgend eine Zeichnung die Grenze zwischen der überzähligen und der normalen Mamma andeutet.

Einer oder der andere derjenigen Fälle, in denen unter der normalen Mamma sich noch eine zweite Brust entwickelte, gehört vielleicht auch hierher und wäre dann als perfecte Duplicität anzusehen. Jedoch wird es hier immer seine Schwierigkeit haben, zu entscheiden, was hierher und was in den (unvollkommenen) Lemurinentypus einrangirt zu werden verdient. Etwas Anderes ist es, wenn die überzähligen Mamma sich neben der normalen bildet. Hier würde man nicht zweifeln, dass eine wirkliche Verdopplung vorliegt. Ich bin aber nicht im Stande, einen derartigen Fall als Beispiel hier beizubringen.

Es kann uns nicht überraschen, bei einigen dieser überzähligen Warzen, welche den verschiedensten der oben aufgestellten Gruppen angehören, in der Literatur die Bemerkung verzeichnet zu finden, dass sie von ihren Besitzerinnen zum Säugen des Kindes benutzt worden seien. Denn wenn, wie beispielsweise in unserem Falle, nicht nur die Warze mit ihrer Areola, sondern auch die dazugehörige Drüse zur Entwicklung gekommen ist, so muss dieselbe natürlich zu geeigneter Zeit

im Stande sein, an abnormer Stelle normale Function zu verrichten.

Bei unserer Patientin war das Eintreten dieser normalen Function an der abnormen Stelle die erste Ursache dafür, dass sie in ärztliche Beobachtung kam. Sie hatte nämlich die Hülfe des Hrn. Dr. Dittmer nachgesucht, weil, wie sie sich ausdrückte, aus einem Loche am unteren Theile der Brust die Milch continuirlich, besonders aber beim Anlegen des Kindes abflösse. Die Untersuchung bestätigte diese Angabe. Wenn das Kind oben saugte, strömte aus der überzähligen Warze massenhaft die Milch hervor. Leider hatte das Kind jedesmal, wenn ich die Patientin zu sehen Gelegenheit hatte, die Brust vollständig geleert, so dass ich auch durch Druck kein Secret mehr zu Tage fördern konnte. Bepinselungen mit Collodium hatten nicht ausgereicht, die Orificien der Drüsengänge sicher gegen den Andrang der Milch zu verschliessen. Nach einigen Wochen, in denen das Kind kräftiger und häufiger saugte, nahm die Nahrung in der rechten Brust stark ab und damit kam die Laktorrhoe von selbst zum Stillstand.

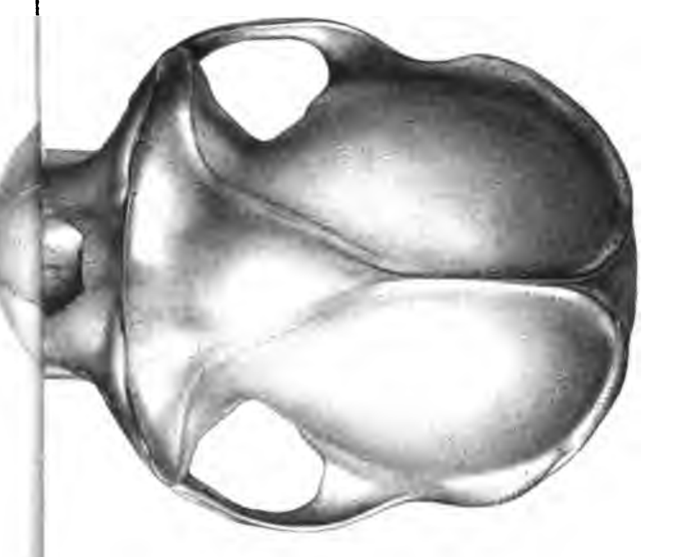
Eine überzählige Brustwarze ist gewöhnlich nur ein gleichgültiger Schönheitsfehler, manchmal sogar ein Vortheil, wenn sie mit für die Ernährung des Kindes verwerthet werden kann. Zuweilen allerdings ist ihr Besitz von einem nur sehr zweifelhaften Werthe, besonders wenn, wie es vorgekommen ist,[1]) das überzählige Organ der Sitz einer krankhaften (krebsartigen) Neubildung wurde. Dass aber auch ohne ein solches Accidens und zwar gerade durch die Vollkommenheit und die Normalität ihres Baues, die supernumeräre Warze von schädlicher Wirkung sein kann, allerdings weniger für die Besitzerin selbst als für deren Nachkommen, das wird durch unsern Fall auf das Vorzüglichste bewiesen.

Berlin, März 1876.

---

1) A. Foerster. Missbildungen S. 49.

Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm) in Berlin, Schönebergerstr. 17a.



Redigirt unter Verantwortlichkeit von Prof. Dr. C. B. Reichert in Berlin.
Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Berlin, Schönebergerstr. 17a.

